

**PRODUKSI DAN KECERNAAN RUMPUT UNGGUL HASIL  
POLIPLOIDASI AKIBAT PEMUPUKAN FOSFOR  
PADA KONDISI TERCEKAM ALUMINIUM**

**TESIS**

Oleh

**HARUM SITEPU**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCA SARJANA – FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2005**

**PRODUKSI DAN KECERNAAN RUMPUT UNGGUL HASIL  
POLIPLOIDASI AKIBAT PEMUPUKAN FOSFOR  
PADA KONDISI TERCEKAM ALUMINIUM**

Oleh

**HARUM SITEPU**

NIM : H4A 002 008

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister Sains  
pada Program Studi Magister Ilmu Ternak, Program Pascasarjana  
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCA SARJANA FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2005**

Judul : PRODUKSI DAN KECERNAAN RUMPUT UNGGUL  
HASIL POLIPLOIDASI AKIBAT PEMUPUKAN FOSFOR  
PADA KONDISI TERCEKAM ALUMINIUM

Nama Mahasiswa : HARUM SITEPU

Nomor Induk : H4A002008

Program Studi : MAGISTER ILMU TERNAK

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji  
dan dinyatakan lulus pada tanggal 22 Juni 2005

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Sumarsono, MS

Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Anis Muktiani, MSi

Ketua Program Studi  
Magister Ilmu Ternak

Prof. Dr. Ir. Umiyati Atmomsarsono

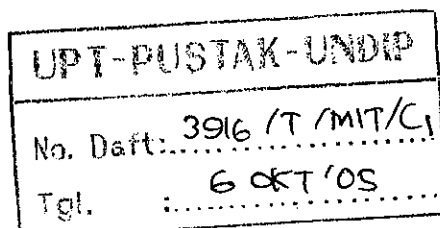
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Vitus Dwi Yunianto B.I, MS.MSc



Dekan Fakultas Peternakan

Dr. Bambang Srigandono, MSc.



## ABSTRAK

**HARUM SITEPU.** H4A002008 Produksi dan Kecernaan Rumput Unggul Hasil Poliploidasi Akibat Pemupukan Fosfor Pada Kondisi Tercekam Aluminium. Pembimbing : SUMARSONO dan ANIS MUKTIANI.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji respon produksi dan kecernaan hijauan pakan akibat pemupukan fosfor dari rumput poliploid dan diploid pada cekaman aluminium. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro pada bulan Pebruari 2004 sampai Juli 2004.

Materi yang digunakan adalah Rumput *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, dan *Panicum muticum* (poliploid dan diploid), pupuk SP36 (36%  $P_2O_5$ ) dengan dosis yang diberikan 0, 50, 75, 100 kg P/ha. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan pola percobaan petak terbagi (Split Plot). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam, selanjutnya untuk mengetahui respon dari pemupukan fosfor dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji jarak berganda Duncan dan uji Polinomial Ortogonal dan persamaan regresinya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan analisis ragam ada interaksi antara jenis rumput dan dosis pemupukan P ( $p < 0,05$ ) terhadap persentase bahan kering dan produksi bahan kering dan tidak berinteraksi terhadap kecernaan bahan kering (KcBK), dan kecernaan bahan organik (KcBO). Dari hasil uji coba Duncan memperlihatkan bahwa pemupukan fosfor dengan dosis 100 kg P/ha dapat meningkatkan persentase bahan kering, produksi bahan kering, kecernaan bahan kering (KcBK) dan kecernaan bahan organik (KcBO). Secara umum rumput poliploid dan diploid memiliki respon pemupukan yang berbeda – beda terhadap seluruh peubah.

Kesimpulan dari penelitian adalah 1) *Panicum muticum* poliploid mempunyai kecenderungan respon produksi bahan kering hijauan terhadap pemupukan fosfor lebih tinggi dibandingkan diploidnya, sedangkan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* diploid lebih tinggi dari poliploidnya. 2) *Panicum muticum* dan *Brachiaria decumbens* poliploid kecenderungan respon dari kecernaan bahan kering (KcBK) hijauan terhadap pemupukan fosfor lebih tinggi daripada diploidnya, namun pada *Brachiaria brizantha* poliploid lebih rendah daripada diploid. Untuk kecernaan bahan organik (KcBO) semua rumput tidak berbeda antara poliploid dan diploidnya. 3) Pemupukan fosfor dengan dosis tertinggi 100 kg P/ha memberikan hasil tertinggi terhadap semua peubah yang diamati. 4) Rumput *Brachiaria brizantha* poliploid mempunyai potensi genetik yang lebih baik untuk dikembangkan dibandingkan dengan rumput *Panicum muticum* maupun *Brachiaria decumbens*.

Kata kunci : Produksi, kecernaan, rumput unggul, poliploidasi, fosfor, tercekam aluminium



## ABSTRACT

**HARUM SITEPU.** H4A002008. The Effect of Phosphorous Fertilizer on the Production Levels and Digestibility of Aluminium-Stressed Polyploidated Grasses. Advisors: **SUMARSONO** and **ANIS MUKTIANI**.

This study was intended to get some insights about the production responses and digestibility of green feeds, produced from aluminium-stressed polyploid and diploid grasses, due to phosphorous fertilizer. The study was conducted in a Greenhouse laboratory of Forage Crops Science of Faculty Animal Agriculture, Diponegoro University in the period of February-July 2004.

The materials used in this study were *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* and *Panicum muticum* grasses of polyploid and diploid natures and SP36 fertilizer (36%  $P_2O_5$ ) given at 0, 50, 75 and 100 kg P/ha. Completely Randomized Design with 'split plots' and used in on experiments. The obtained data were analyzed using Analysis of variance. In order to get some insights about the responses of the grasses to the phosphorous fertilizer, Duncan Multiple Range Test polynomial-orthogonal tests were used together with regression equations.

Analysis of variance showed that there were interactions between the types of the grasses and the fertilizer dosages given ( $p < 0.05$ ), affecting the DMD (dry matter digestibility) and the OMD (organic matter digestibility). Duncan's spaced-lines tests showed that phosphorous fertilizer given at 100 kg P/ha increased the KcBK, the KcBO and the percentages and the production levels of the dry products. In general, the polyploid and diploid grasses showed different responses to the whole parameters.

The conclusions that can be taken from this study were: (1) In term or the dry products, the polyploid *Panicum muticum* tended to respond high to the phosphorous fertilizer than the diploid type, but the diploid *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria decumbens* tended to respond high than the polyploid types. (2) In term of the DMD, the polyploid *Brachiaria decumbens* and *Panicum muticum* tended to respond high to the phosphorous fertilizer than diploid types, but the response of the polyploid *Brachiaria brizantha* was lower than that of the diploid type. In term of the OMD, there was no different in responses between the diploid and the polyploid types of the grasses. (3) Phosphorous fertilizer given at 100 kg P/ha produced the highest yield on all of the parameters studied. (4) The polyploid *Brachiaria brizantha* had better genetic potentials than that of both the *Brachiaria decumbens* and the *Panicum muticum*.

**Key words** : Product, digestibility, the most excellent grasses, polyploidation, phosphorous, aluminium stressed

## KATA PENGANTAR

Ketersediaan rumput pakan berkualitas, telah diketahui berperan besar dalam pengembangan usaha peternakan. Penggunaan rumput hasil poliploidasi untuk kedepan diharapkan dapat meningkatkan produksi hijauan pakan serta adaptif pada tanah – tanah yang semakin kritis. Oleh karena itu perlu dicari cara pengembangan yang baik rumput hasil poliploidasi. Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan produksi dan pencernaan tertinggi pada aras dosis pupuk fosfor yang sesuai bagi rumput *Brachiaria brizatha*, *Brachiaria decumbens*, dan *Panicum muticum* poliploid dan diploid pada tanah yang tercekam Aluminium.

Atas selesainya tulisan ini berkat rahmat Tuhan Yang Maha Kuasa, maka penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Sumarsono, MS sebagai penasihat utama dan Dr. Ir Anis Muktiani, MSi sebagai penasihat anggota atas bimbingan, saran, pengorbanan dan pengarahannya. Demikian pula kepada Dr. Ir Syaiful Anwar, MS, staf tenaga pengajar Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, atas bantuan berupa pemikiran dan fasilitas untuk penelitian ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada :

- Dekan Fakultas Peternakan, Pengelola Program Studi Magister Ilmu Ternak Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro beserta staff atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis.
- Ibu Ketua Yayasan Pendidikan Farming, dan Ibu Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Farming Semarang atas bantuan moril dan ijin untuk mengikuti studi lanjut.
- Ketua Tim Beasiswa Program Pasca Sarjana (BPPS) Departemen Pendidikan Nasional atas bantuan beasiswa selama mengikuti studi lanjut.
- Bapak Prof. Ir. Sunarso, MS, PhD. dan Ir. Wisnu Widjyanto, MSc. PhD. atas saran perbaikan tulisan ini.
- Saudara Akhmad Barokah, AMd., Parino, Wahyudi, dan Temu atas bantuan tenaganya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Tidak lupa, terima kasih buat isteri tercinta Umi Suryanti dan anakku tersayang Harminingtyas Anindya Ramadhani dan Harmiaji Bagas Satyatma Sitepu atas segala doa, bantuan dan pengertiannya.

Pada kesempatan terakhir penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Semarang, 20 April 2005

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR ILUSTRASI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.3. Manfaat Penelitian .....	4
1.4. Kerangka Penelitian .....	4
1.5. Hipotesis Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1. Tanaman Rumput Pakan .....	7
2.2. Kecernaan Pakan .....	10
2.3. Cekaman Aluminium .....	13
2.4. Pemupukan Fosfor .....	14
2.5. Poliploidi .....	16
BAB III MATERI DAN METODE .....	18
3.1. Materi Penelitian .....	18
3.2. Metode Penelitian .....	18
3.3. Analisis Data .....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1. Hasil Analisis Tanah .....	26
4.2. Persentase Bahan Kering .....	27
4.3. Produksi Bahan Kering .....	31
4.4. Kecernaan Bahan Kering .....	35
4.5. Kecernaan Bahan Organik .....	38
4.6. Responsibilitas .....	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	44
5.1. Kesimpulan .....	44
5.2. Saran .....	45
RINGKASAN .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN .....	55
RIWAYAT HIDUP .....	113

## DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Skema Kerangka Pemikiran Penelitian .....	6
2. Letak Petak Penelitian .....	20
3. Skema Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	23

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Analisis Kimia Tanah Sebelum dan Sesudah Penelitian .....	26
2. Persentase Bahan Kering Rumput Pakan Poliploid dan Diploid akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium .....	28
3. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Persentase Bahan Kering untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid dan Diploid .....	30
4. Produksi Bahan Kering Rumput Pakan Poliploid dan Diploid Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium .....	31
5. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Bahan Kering untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid dan Diploid .....	34
6. Kecernaan Bahan Kering (KcBK) Tanaman Pakan Poliploid dan Diploid Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium .....	35
7. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Kecernaan Bahan Kering (KcBK) Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid dan Diploid ....	37
8. Kecernaan Bahan Organik (KcBO) Tanaman Pakan Poliploid dan Diploid Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium .....	38
9. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Kecernaan Bahan Organik (KcBO) untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid dan Diploid .....	40
10. Responsibilitas Rumput Pakan Poliploid terhadap Semua Parameter .....	41
11. Responsibilitas Rumput Pakan Poliploid Semua Parameter terhadap Pemupukan Fosfor .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

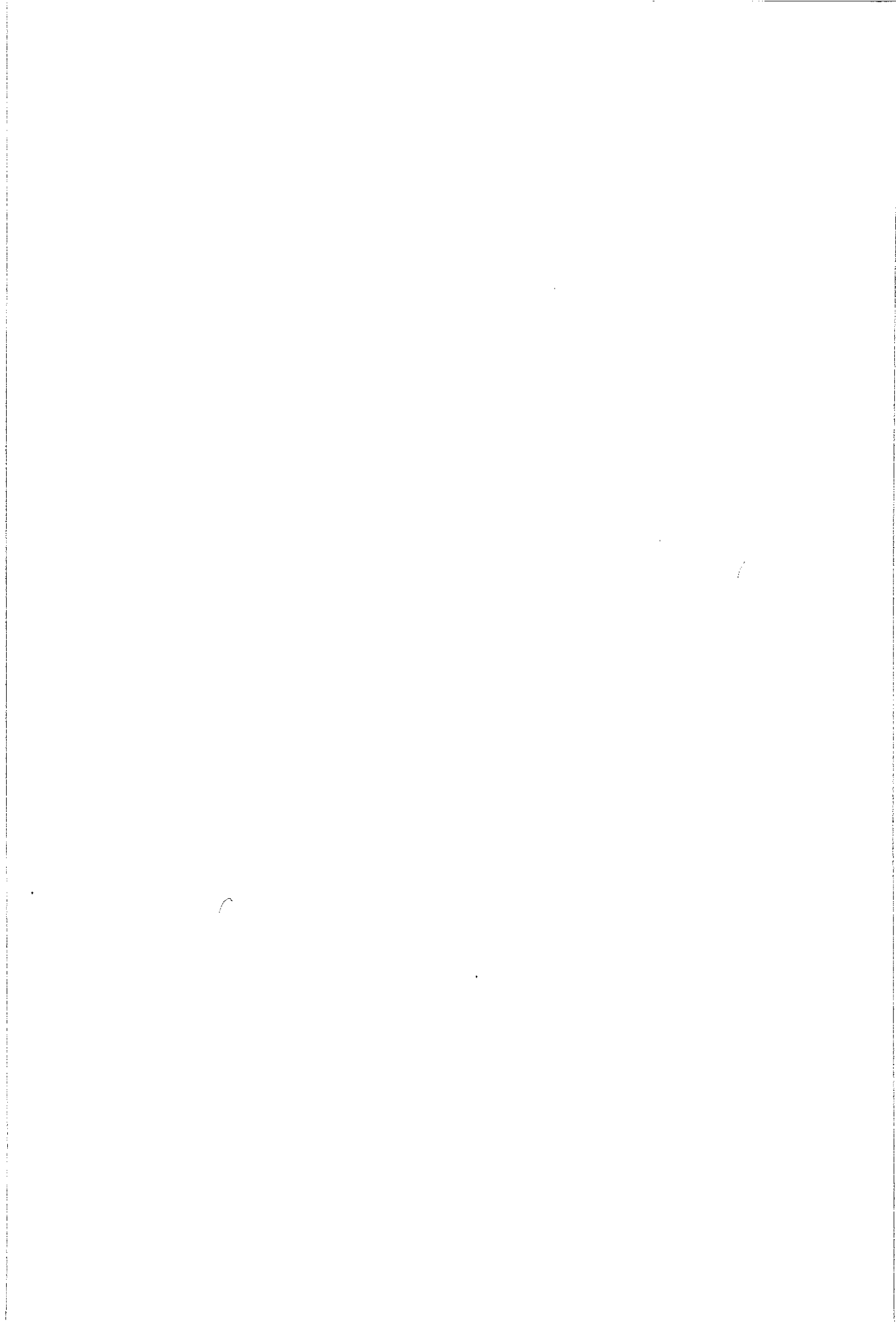
Nomor	Halaman
1. Data Hasil Pengukuran Persentase Bahan Kering, Bahan Kering, Kecernaan Bahan Kering, dan Kecernaan Bahan Organik 6 (enam) Jenis Rumput .....	55
2. Analisis Ragam dan Uji Jarak Beda Duncan Persentase Bahan Kering 6 (enam) Jenis Rumput .....	57
3. Analisis Regresi Linier Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	59
4. Analisis Regresi Linier Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	60
5. Analisis Regresi Linier Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	61
6. Analisis Regresi Linier Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	62
7. Analisis Regresi Linier Persentase Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> diploid .....	63
8. Analisis Regresi Linier Persentase Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	64
9. Analisis Ragam dan Uji Jarak Beda Duncan Bahan Kering 6 (enam) Jenis Rumput .....	65
10. Analisis Regresi Linier Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	67
11. Analisis Regresi Linier Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	68
12. Analisis Regresi Linier Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	69
13. Analisis Regresi Linier, Kuadratik, dan Kubik Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	70
14. Analisis Regresi Linier Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> diploid .....	71
15. Analisis Regresi Linier Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	72

16. Analisis Ragam dan Uji Jarak Beda Duncan Kecernaan Bahan Kering 6 (enam) Jenis Rumput .....	73
17. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	75
18. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	76
19. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	77
20. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	78
21. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> diploid .....	79
22. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	80
23. Analisis Ragam dan Uji Jarak Beda Duncan Kecernaan Bahan Organik 6 (enam) Jenis Rumput .....	81
24. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	83
25. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	84
26. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	85
27. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	86
28. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Organik <i>Panicum muticum</i> diploid .....	87
29. Analisis Regresi Linier Kecernaan Bahan Organik <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	88
30. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	89

31. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	90
32. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	91
33. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Persentase Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	92
34. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Persentase Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> diploid .....	93
35. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Persentase Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	94
36. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	95
37. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	96
38. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	97
39. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	98
40. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> diploid .....	99
41. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	100
42. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	101
43. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	102
44. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	103
45. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Kering <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	104

46. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> diploid .....	105
47. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Kering <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	106
48. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria brizantha</i> diploid .....	107
49. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria brizantha</i> poliploid .....	108
50. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria decumbens</i> diploid .....	109
51. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Organik <i>Brachiaria decumbens</i> poliploid .....	110
52. Uji Normalitas dan Homogenitas Kecernaan Bahan Organik <i>Panicum muticum</i> diploid .....	111
53. Uji Normalitas dan Homogenitas Data Kecernaan Bahan Organik <i>Panicum muticum</i> poliploid .....	112





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Peningkatan populasi ternak ruminansia akan diikuti pula dengan peningkatan kebutuhan pakan. Disisi lain peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan semakin terbatasnya lahan yang tersedia untuk budidaya tanaman pakan. Hal ini merupakan kendala dalam pengembangan tanaman hijauan pakan. Tanaman rumput merupakan sumber hijauan pakan yang banyak digunakan untuk ternak ruminansia, sehingga kontinuitas ketersediaannya baik secara kuantitas maupun kualitas sangat dibutuhkan untuk pengembangan usaha peternakan ini.

Ketersediaan rumput hijauan pakan berkualitas dalam jumlah yang cukup, perlu diupayakan. Produksi maupun nilai nutrisi hijauan pakan sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik dapat diatasi antara lain melalui pemilihan jenis rumput yang mempunyai produksi tinggi, kualitas kandungan nutrisi tinggi, dan daya adaptasi terhadap lingkungan tinggi. Faktor lingkungan yang berpengaruh cukup besar selain iklim adalah kondisi tanah, dan salah satu kondisi tanah yang perlu diperhatikan adalah keasaman tanah. Rumput tanaman pakan umumnya adaptif pada kondisi pH tanah yang netral.

Di Indonesia ada 75 juta ha tanah yang bersifat asam. Harjowigeno (1989) menjelaskan tanah asam pada tanah-tanah mineral sebagian besar jenis tanah ultisol dan oksisol atau disebut pula Podzolik Merah Kuning, yang mempunyai kandungan

aluminium tinggi serta unsur haranya rendah. Tanah ini diperkirakan mencapai luas 48 juta ha, tersebar di daerah Sumatera, Sulawesi, Kalimantan, dan Papua. Disamping itu masih ada tanah organik di daerah rawa yang terdiri atas tanah histosol dengan potensi sulfat asam, diperkirakan seluas 27 juta ha, tersebar di daerah Sumatera, Kalimantan dan Papua. Kondisi tanah asam, di Indonesia terkait dengan kondisi lingkungan tropis yang memiliki curah hujan dan suhu yang tinggi. Kondisi suhu tinggi memacu proses pelapukan komponen tanah, dan apabila diikuti kondisi curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan pencucian mineral basa-basa tanah semakin tinggi sehingga mengakibatkan keasaman tanah meningkat. Kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan ini menyebabkan rendahnya kualitas hijauan yang dicirikan dengan rendahnya kandungan protein kasar dan tingginya serat kasar, sehingga pencernaan juga menjadi rendah. Cekaman lingkungan juga mengakibatkan rendahnya produksi hijauan yang tercermin dari rendahnya produksi segar dan bahan kering.

Kondisi keasaman pada tanah mineral menjadi kendala dalam budidaya tanaman pakan, karena pada tanah tersebut ketersediaan unsur-unsur penting terutama Fosfor menjadi sangat rendah. Fosfor mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakan. Rendahnya ketersediaan Fosfor di tanah asam terkait dengan aluminium terlarut yang tinggi, sekaligus bersifat racun bagi tanaman pakan.

Salah satu upaya untuk mengatasi kendala tanah asam dilakukan dengan pemilihan jenis tanaman yang toleran terhadap keasaman tanah serta pemupukan Fosfor. Beberapa jenis rumput pakan yang diketahui tergolong **sangat toleran** pada

cekaman aluminium 300 mM adalah *Brachiaria brizantha* diploid dan *Brachiaria decumbens* diploid dan tergolong toleran adalah *Penisetum purpureum* diploid, *Panicum muticum* diploid, (Anwar, 2003). Tanaman lain yang tergolong sangat toleran adalah poliploid *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens*, sedangkan yang tergolong toleran adalah *Panicum muticum* (Anwar et al. 2003). Tanaman rumput pakan unggul yang **poliploid** diharapkan mampu memproduksi maksimal walaupun berada dalam kondisi cekaman lingkungan asam. Tanaman rumput **poliploid** mempunyai beberapa kelebihan, yaitu ukuran morfologi yang besar, baik batang, daun, bunga, dan buah serta kandungan nutrisi hijauannya tinggi, mempunyai sifat fisiologi maupun sifat sitogenetik sangat responsif terhadap perbaikan kondisi lingkungan (Eigst dan Dustin, 1957 ; Danoesastro, 1980). Pemupukan Fosfor diharapkan untuk mengatasi rendahnya ketersediaan Fosfor tanah, sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman pakan tersebut, serta kualitas fisik berupa produksi, kimiawi berupa protein kasar, dan biologi berupa pencernaan bahan kering dan organik.

Berdasarkan pemikiran di atas, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh pemupukan Fosfor terhadap produksi dan kualitas pencernaan secara *in vitro* pada bahan kering dan bahan organik hijauan rumput unggul poliploid dan diploid pada kondisi cekaman aluminium.

## 1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

Untuk mengkaji perbedaan respon produksi dan pencernaan hijauan pakan akibat pemupukan Fosfor dari rumput poliploid dan diploid *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum muticum* pada cekaman aluminium.

## 1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai bahan penelitian lebih lanjut untuk pemanfaatan lahan-lahan kritis dengan pH rendah sebagai upaya untuk meningkatkan produksi ternak melalui budidaya rumput unggul.

## 1.4. Kerangka Pemikiran

Perbanyakan rumput di daerah tropis umumnya dilakukan secara vegetatif. Cara seperti ini, apabila dilakukan secara terus-menerus menyebabkan menurunnya potensi genetis rumput pakan, lebih-lebih lagi apabila diikuti dengan kondisi keasaman tanah yang tinggi, maka akan menyebabkan semakin menurunnya produksi dan kualitas hijauan. Oleh sebab itu perlu dilakukan perbaikan genetik, salah satunya melalui pembentukan rumput poliploid (poliploidisasi). Poliploidisasi adalah pembentukan rumput poliploid yang memiliki lebih dari dua genom yaitu jumlah kromosom lebih banyak daripada tanaman diploidnya (Crowder, 1980). Poliploidisasi diharapkan menghasilkan rumput yang sifat genetiknya meningkat yaitu toleransi tinggi terhadap

kekeringan, terutama terhadap cekaman aluminium tanah asam, sehingga mempunyai produksi dan kualitas yang lebih tinggi.

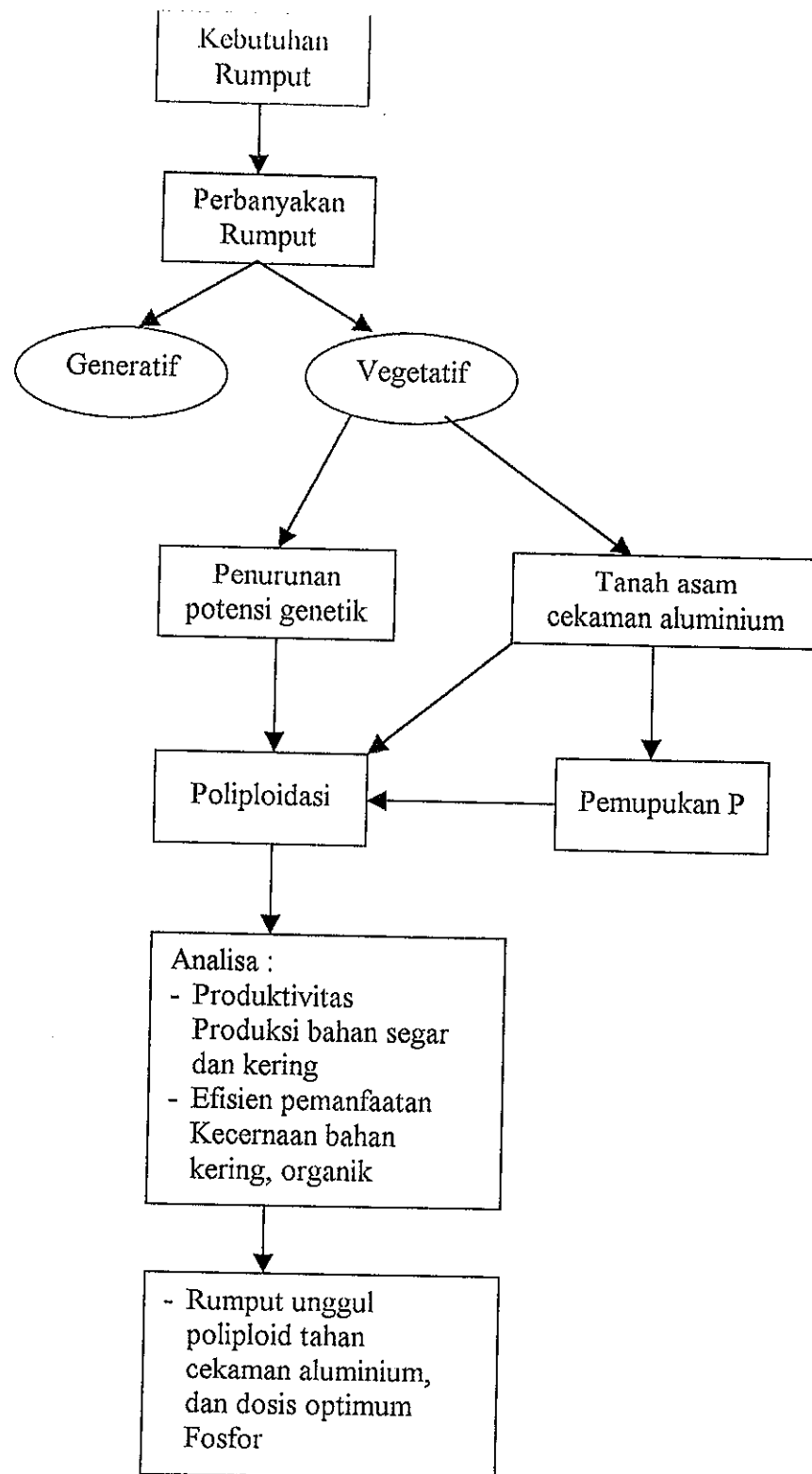
Pada kondisi cekaman aluminium mengakibatkan ketersediaan beberapa unsur hara, khususnya Fosfor tidak tersedia dengan baik karena unsur tersebut akan terikat oleh aluminium. Oleh karena itu untuk mengatasinya diperlukan penambahan unsur Fosfor. Penambahan unsur Fosfor (P) melalui pemupukan fosfat pada tanah asam dilakukan untuk mengatasi rendahnya P tersedia, sehingga dapat mewujudkan dan mendukung potensi produksi dan kualitas hijauan pakan rumput poliploid yang tinggi.

Evaluasi produksi dilakukan melalui pengukuran produksi bahan segar dan produksi bahan kering, sedangkan kualitas hijauan yang mencerminkan efisiensi pemanfaatan produksi diukur berdasarkan pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik, sehingga dapat dicerminkan potensi keunggulan rumput poliploid untuk menjadi petunjuk dalam budidayanya. Secara skematis kerangka pemikiran dapat dilihat pada Ilustrasi 1.

### 1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah :

Respon dari produksi dan pencernaan hijauan pakan terhadap pemupukan Fosfor pada rumput *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* dan *Panicum muticum* pada cekaman aluminium poliploid lebih tinggi dibanding diploid.



Ilustrasi 1. Skema Kerangka Pemikiran Penelitian





## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tanaman Rumput Pakan

Tanaman hijauan pakan dibagi dalam : golongan rumput-rumputan, leguminosa dan hijauan lainnya. Rumput pakan merupakan bagian terpenting karena mempunyai sifat : 1) mudah tumbuh dimana-mana dan mudah didapat, 2) mudah tumbuh dengan cepat dan dalam jumlah banyak, 3) mengandung semua zat pakan yang diperlukan oleh tubuh hewan, 4) dapat diberikan dalam jumlah banyak, 5) dapat diawetkan untuk disimpan dalam waktu yang lama (Departemen Pertanian, 1985).

Menurut cara tumbuhnya rumput dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu : Rumput liar (rumput alami) dan rumput budidaya. Rumput liar yaitu rumput yang dapat tumbuh dimana-mana, tanpa ditanam dan dipelihara oleh manusia. Sedangkan rumput budidaya adalah rumput yang ditanam manusia, ini dibagi dalam dua kelompok : rumput potong dan rumput lapangan (Soegiri *et al.* 1982).

Rumput potong yaitu rumput yang ditanam oleh manusia, pada umumnya terdiri dari rumput unggul dengan mutu yang tinggi dan sengaja ditanam sebagai pakan. Rumput potong mempunyai ciri – ciri : 1) produksi tinggi, 2) tumbuh tinggi secara vertikal, 3) mempunyai banyak anakan, 4) responsif terhadap pemupukan. Namun rumput lapangan adalah rumput yang ditanam manusia tetapi tidak dipotong, melainkan ternak sengaja dilepas untuk memakan rumput di lapangan tersebut. Untuk itu rumput lapangan harus mempunyai sifat-sifat : 1) tumbuh mendatar atau vertikal

tetapi rendah, 2) tahan terhadap injakan dan renggutan, 3) tumbuh dengan cepat, 4) dapat tumbuh bersaing dengan rumput liar, 5) tahan terhadap kekeringan, 6) mempunyai sistem perakaran yang kuat dan dalam (Departemen Pertanian, 1985).

### 2.1.1. Rumput Para ( *Panicum muticum* Forsk )

Rumput para dikenal juga sebagai rumput kolonjono merupakan rumput Afrika tropik, dan merupakan rumput pakan asli dari daerah Afrika Barat dan Amerika Selatan (Bogdan, 1977). Saat ini merupakan rumput pakan ternak di daerah tropik basah dan sub tropik. Rumput para berupa rumput potong atau rumput lapang, tumbuh tegak membentuk rumpun lebat setinggi 60-250 cm. Tanaman tahunan (perennial), berakar pada tiap buku, dari setiap buku tumbuh tunas atau anakan dengan daun yang lebar tetapi pendek berbulu halus. Daun kadang-kadang tidak berbulu akan tetapi umumnya berbulu dengan panjang daun 10-30 cm dan lebar 8-20 mm. Malai terdiri dari 10-20 tanda, kadang-kadang tunggal atau berpasangan dengan panjang tanda 2,5-15 cm. Jumlah kromosom  $2n = 36$  (Bogdan, 1977; Reksohadiprojo, 1994; Kartika *et al.* 1999).

Rumput para tumbuh sangat baik sampai ketinggian 1000 m dari permukaan laut. Sesuai pada tanah struktur sedang sampai berat, tumbuh baik di sepanjang tepi sungai di dalam penggenangan air, namun pertumbuhannya terhambat pada musim kering, tidak tahan terhadap pengembalaan berat, pengembalaan paling baik setelah berumur satu tahun. Tumbuh baik bersama *leguminosa*, dengan jarak tanam 60 x 90 cm, dipotong setelah 40 hari (6-8 minggu) sekali pada musim kemarau. Produksi

hijauan segar sebesar 70-200 ton/ha/tahun (Bogdan, 1977; Departemen Pertanian, 1985).

Analisis proksimat rumput para (Hartadi *et al.* 1990); berdasarkan 100% bahan kering adalah abu 13,3%, ekstrak eter 2,9%, serat kasar 29,5%, BETN 43,8%, dan protein kasar 10,5%

### 2.1.2. Rumput Bebe ( *Brachiaria brizantha* )

Rumput bebe berasal dari Afrika, merupakan tanaman tahunan, berdaun lebat, kaku, mempunyai batang yang kecil, tumbuh cepat membentuk hamparan vertikal dan horizontal dengan tinggi mencapai 60-150 cm. Tahan terhadap kekeringan, mempunyai produktivitas yang tinggi dan palatable. Sangat responsif terhadap pupuk nitrogen, tumbuh dengan baik pada ketinggian 0-1200 m dari permukaan air laut dengan curah hujan tahunan lebih dari 1500 mm, tidak tahan terhadap genangan air, Produksi bahan kering sebesar 35-55 ton BK/ha/th (Departemen Pertanian, 1981; Susetyo *et al.* 1981).

Menurut Hartadi *et al.* (1990), analisis proksimat dari rumput Bebe berdasarkan 100% bahan kering adalah : abu 11,5%, ekstrak eter 2,8%, serat kasar 32,5%, BETN 44,9%, dan protein kasar 8,3%.

### 2.1.3. Rumput Bede (*Brachiaria decumbens*)

Berasal dari Uganda dan sekarang telah tersebar di daerah tropik dan sub-tropik, di Australia dikenal dengan nama rumput Signal, di Indonesia dengan nama rumput bede. Tanaman tahunan, tumbuh tegak membentuk hamparan lebat, tinggi 3-100 cm. Daun pendek, kaku dan berstruktur halus, warna hijau gelap, berbulu, panjang daun 4-14 cm dengan lebar 8-12 cm. Batang yang tumbuh dari dasar buku yang terdapat pada stolon yang menjalar di atas permukaan tanah. Bunga bertipe malai bendera dengan dua atau tiga tandan. Panjang tandan 2-5 cm dengan rhachis yang gepeng. Jumlah kromosom  $2n = 36$ . Rumput ini responsif terhadap pupuk fosfat, tahan terhadap penggembalaan berat dan injakan ternak, tumbuh dengan baik pada cahaya yang tidak penuh dan di bawah pohon kelapa, rumput ini sangat baik untuk menahan erosi dan penutup tanah (Kartika *et al.* 1999). Produksi bahan kering sebesar 37 ton BK/ha/th (Departemen Pertanian, 1985).

Menurut Hartadi *et al.* (1990) analisis proksimat dari rumput bede berdasarkan 100% bahan kering adalah : abu 6,5%, ekstrak eter 2,2%, serat kasar 35,1%, BETN 49,2%, dan protein kasar 7,0%.

## 2.2. Kecernaan Pakan

Kecernaan zat pakan dapat menjadi ukuran dalam menentukan kualitas bahan makanan ternak, disamping komposisi. Pengukuran kecernaan pada dasarnya adalah usaha untuk menentukan zat pakan yang diserap oleh saluran pencernaan. Nilai cerna

ini dapat diukur dengan selisih antara zat-zat pakan yang terkandung dalam makanan yang dikonsumsi dan zat-zat pakan dalam feses (Anggorodi, 1990).

Menurut Tillman *et al.* (1991) bahwa yang dimaksud dengan pencernaan adalah bagian zat makanan dari pakan yang tidak diekskresikan dalam feses. McDonald *et al.* (1995) menyatakan bahwa pencernaan pakan lebih tepat diartikan sebagai proporsi yang tidak diekskresikan di dalam feses dan diasumsikan diabsorpsi oleh hewan. Pencernaan biasanya dinyatakan dalam persentase dan disebut dengan koefisien cerna.

Van Soest (1994) menyatakan bahwa pencernaan hijauan tanaman tergantung pada dapat dicernanya dinding sel tanaman tersebut yang tercermin dengan tingkat lignifikasi. Fraksi dinding sel tanaman neutral detergent fiber (NDF) terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, dan AIA sedangkan acid detergent fiber (ADF) terdiri dari selulosa dan lignin (Van Soest, 1994). Church dan Pond (1988) berpendapat bahwa terdapat korelasi yang negatif antara kandungan lignin pada tanaman dengan pencernaannya. Dinyatakan oleh Flint dan Fosberg (1995) bahwa, lignin yang terdapat pada pakan akan mempengaruhi pencernaan bahan organik.

Pencernaan pakan berhubungan erat dengan komposisi kimianya terutama kandungan serat kasar pada hijauan pakan, karena hijauan pakan yang sudah tua mengandung serat kasar yang cukup tinggi (Tillman *et al.* 1991) Semakin tinggi kandungan serat kasar dalam bahan pakan akan semakin tebal dan tahan dinding selnya, akibatnya semakin rendah daya cerna bahan pakan tersebut (Anggorodi, 1990). Terdapat beberapa metoda yang dapat digunakan untuk menentukan

kecernaan suatu bahan pakan, yaitu metode *in vivo* (metoda langsung) dan *in vitro* (metoda tidak langsung) (Van Soest, 1994).

Metoda pengukuran kecernaan secara *in vitro* ini pada prinsipnya adalah sama dengan *in vivo* tetapi dikerjakan di laboratorium (Sunarso *et al.* 1990). Metode kecernaan *in vitro* dilakukan dengan cara menginkubasikan sampel yang akan dianalisa dalam cairan rumen selama 48 jam dan selanjutnya pada tahap kedua diinkubasikan dengan pepsin dan HCl selama 48 jam untuk mencerna protein bakteri dan protein pakan yang tidak tercerna (Tillman *et al.* 1991; Van Soest, 1994).

Menurut Hungate yang disitasi Sunarso *et al.* (1990) diilustrasikan bahwa adanya hubungan antara kecernaan bahan makanan secara *in vitro* dengan *in vivo*. Tillman *et al.* (1991) menjelaskan pula koefisien cerna secara *in vivo* biasanya lebih rendah 1 sampai 2% dari harga *in vitro*. Keuntungan teknik *in vitro* dalam mempelajari kegiatan mikroorganisme rumen adalah dapat mengurangi pengaruh yang disebabkan oleh hewan induk semang (Johnson, disitasi Sunarso *et al.* 1990). Hasil uji kecernaan *in vitro* cukup memuaskan dan membutuhkan waktu yang lebih singkat.

Lebih lanjut Sunarso *et al.* (1990) menjelaskan bahwa, perlu diperhatikan beberapa hal dalam melakukan penelitian secara *in vitro*, adalah larutan penyangga sebagai standar medium dengan larutan Mc Dougall yang mirip dengan saliva domba; temperatur fermentasi, yang sesuai dengan aktivitas mikroba rumen berkisar antara 36 – 39°C; derajat keasaman yang optimum, untuk bahan berserat keasamannya 6,7 – 6,9; sumber inokulum dengan substrat yang diteliti dan kesegaran sumber inokulum;

setiap tahap; akhir fermentasi, dapat dengan memindahkan tabung fermentasi dari penangas air kemudian didinginkan; prosedur analisis, dibagi dalam dua tahap yaitu tahap fermentasi oleh mikroba dan enzimatis.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan penelitian secara *in vitro* adalah larutan penyangga, suhu fermentasi, derajat keasaman yang optimum, sumber inokulum, periode fermentasi, mengakhiri fermentasi dan prosedur analisis (Sunarso *et al.* 1990).

### 2.3. Cekaman Aluminium

Dengan adanya proses pencucian atau "leaching", secara berangsur-angsur tanah akan menjadi miskin unsur hara. Hal ini mengakibatkan produktivitas tanah maupun kesuburan tanah menurun, karena unsur hara yang tersedia hilang akibat tercuci (Sutedjo dan Kartasapoetra, 1987). Penyebab keasaman tanah adalah adanya peningkatan ion – ion yang bersifat asam, ion  $H^+$  dan  $Al^{3+}$ . Sarief (1985), menjelaskan peningkatan ion  $H^+$  yaitu melalui ionisasi air, sedangkan ion-ion Al dapat mengasamkan tanah karena larut dalam air tanah, yang selanjutnya terhidrolisa menjadi  $Al(OH)_3$ . Selanjutnya dijelaskan pula asam anorganik seperti  $H_2SO_4$  dan  $HNO_3$  merupakan asam yang dapat memberikan hidrogen dalam tanah, sehingga tanah menjadi sangat asam. Pada pH dibawah 5,5, aluminium (Al), besi (Fe) dan Mangan (Mn) sering sekali larut dalam jumlah banyak sehingga merupakan racun bagi pertumbuhan beberapa tanaman. Hal ini didukung pula oleh Sutedjo dan Kartasapoetra (1987), bahwa keasaman tanah berakibat pula hidrolisis mineral-

mineral pada pH dibawah 4,0, yang menyebabkan terbebasnya ion Al dalam jumlah banyak, serta penghancuran kompleks absorpsi dan selanjutnya menjadikan daya simpan hara tersedia, dan daya simpan lengas menurun sekali.

Beberapa tanaman rumput pakan mampu tumbuh baik dengan interaksi sangat toleran, seperti *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* sangat toleran pada cekaman aluminium dengan 300 mM berupa  $Al_2(SO_4)_3$ , sedangkan *Eleusine indica*, *Panicum maximum*, *Panicum muticum*, *Pennisetum purpupoides*, *Pennisetum purpureum* toleran pada kondisi 300 mM  $Al_2(SO_4)_3$  (Anwar, 2003). Penilaian tingkat toleransi tersebut berdasarkan parameter yang diukur berupa tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah daun, produksi bahan, dan aktivitas nitrat reduktase.

#### 2.4. Pemupukan Fosfor

Kemampuan tanah untuk menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan relatif terbatas dan sangat tergantung dari sifat dan ciri tanah. Upaya meningkatkan ketersediaan unsur hara pada tanah dapat dilakukan dengan memperbaiki kondisi tanah atau melalui pemupukan (Hakim *et al.* 1985). Pupuk merupakan bahan yang diintroduksi ke dalam tanah atau ke tajuk dengan tujuan menambah dan melengkapi unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Pemupukan merupakan usaha pemberian pupuk yang bertujuan meningkatkan persediaan dan kelengkapan unsur – unsur hara yang diperlukan oleh tanaman (Sarief, 1986 dan Novizan, 2002). Pada tanah yang kurang subur, penggunaan pupuk merupakan cara yang baik untuk meningkatkan produksi dan mutu hijauan pakan (Bogdan, 1977).



Pupuk P (fosfat) adalah pupuk yang unsurnya tidak dapat segera tersedia dan sangat diperlukan pada stadia permukaan tumbuh, sehingga pupuk fosfat dianjurkan untuk pupuk dasar yang digunakan pada waktu tanam atau pengolahan tanah (Hakim *et al.* 1985).

Ketersediaan Fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah, adanya mineral Fe, Al, Mn, dan Ca, jumlah dan dekomposisi bahan organik serta aktivitas mikroorganisme (Buckman dan Brady, 1982). Disebutkan pula bahwa pada kondisi pH yang rendah atau tinggi Fosfor diikat oleh komponen tanah, sehingga ketersediaan fosfat maksimum bagi tanaman tercapai, pada pH 6,0 sampai 7,0. Selanjutnya Buckman dan Brady (1982), menjelaskan fungsi utama Fosfor pada tanaman adalah berperan dalam perkembangan dan pembuahan, pembelahan sel, pembentukan lemak dan albumin, perkembangan akar, kekuatan batang pada sereal, serta mutu tanaman rumput. Fungsi lain dari Fosfor, yaitu merupakan komponen struktural dari ATP, NADPH yang berperan dalam transfer energi kimia serta RNA dan DNA (Gardner *et al.*, 1991). Fosfor juga berperan dalam penyusunan fosfolipid.

Pupuk fosfat yang mudah tersedia bagi tanaman yaitu pupuk P yang mengandung  $P_2O_5$  yang larut dengan air dan amonium sitrat netral (Hardjowigeno, 1986 dan Sarief, 1986) Selanjutnya Sarief (1986), menjelaskan dosis penggunaan  $P_2O_5$  untuk padi sawah sebesar 20 – 40 kg/ha, padi ladang 50 kg/ha, dan jagung 100 kg/ha. Sedangkan untuk tanah latosol merah dan latosol merah coklat 75 ppm unsur P atau lebih agar memungkinkan tanaman jagung menyerap pupuk P (Sukandar *dalam*

Sumarsono, 1983). Pada rumput *Setaria* kumulatif bahan kering hijauan mencapai maksimum pada aras pupuk TSP sebesar 168,75 kg  $P_2O_5$ /ha (Sumarsono, 1983).

## 2.5. Poliploid

Poliploid adalah keadaan sel organisme yang memiliki lebih dari dua genom yaitu mempunyai jumlah khromosom lebih banyak dari pada tanaman diploidnya (Crowder, 1992). Menurut Soetarso (1979), poliploid adalah gejala pada sel – sel tubuh dengan khromosom yang berjumlah lebih dari dua kali lipat jumlah haploidnya.

Secara umum poliploid mencakup arti variasi dalam jumlah khromosom. Variasi terjadi dalam jumlah genom (perangkat khromosom), jumlah individu kromosom dalam sebuah genom dan dalam jumlah segmen dari suatu individu kromosom. Perbedaan atau variasi jumlah kromosom ini adalah lazim terdapat diantara spesies yang masih mempunyai hubungan kerabat. Danoesastro (1980) menyatakan bahwa tanaman poliploid seringkali mempunyai sifat-sifat yang lebih superior dibanding tanaman diploidnya. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah morfologis yang lebih besar (batang dan bunga), daun lebih besar dan berwarna hijau lebih tua serta kandungan nutrisi yang lebih tinggi. Suryo (1995) juga menyatakan bahwa tanaman poliploid mempunyai jumlah kromosom lebih banyak sehingga bagian-bagian tanaman menjadi lebih besar (akar, batang, daun, bunga dan buah), sel-selnya (tampak jelas pada sel-sel epidermis) lebih besar, inti sel juga lebih besar, buluh-buluh pengangkutan mempunyai diameter lebih besar, stomata lebih besar, diduga lebih responsif warna hijau daun lebih tua serta kandungan protein dan vitaminnya lebih tinggi.

Efek poliploid berbagai spesies tanaman sangat beragam, sifat morfologi, anatomi, fisiologi maupun sifat sitogenetik serta respon terhadap kondisi lingkungan (Eigst dan Dustin, 1957).

Hasil penelitian Suharni (2004), pada 7 (tujuh) jenis rumput pakan antara lain *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* dan *Panicum muticum* menunjukkan jenis poliploid lebih unggul dari diploidnya, seperti warna daun, jumlah kandungan klorofil, KNR, dan persentase bahan kering. Demikian juga halnya pengaruh kondisi cekaman lingkungan asam maupun salin (Anwar *et al.* 2003).

### **BAB III**

#### **MATERI DAN METODE**

Penelitian dilakukan pada bulan Pebruari 2004 sampai dengan Juli tahun 2004 di rumah kaca Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak Jurusan Nutrisi dan Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro.

##### **3.1. Materi Penelitian**

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah pot sebanyak 72 buah dengan diisi tanah, rumput *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Panicum muticum*, masing-masing poliploid dan diploid, tanah, pupuk kandang, pupuk SP36 dengan kandungan  $P_2O_5$  sebesar 36%, pupuk KCl dengan kandungan  $K_2O$  sebesar 60%, pupuk urea dengan kandungan nitrogen 46%, larutan  $Al_2(SO_4)_3$ , HCl, cairan rumen sebagai sumber inokulum, larutan penyangga, larutan  $HgCl_2$ , larutan pepsin. Tanah (tanah yang digunakan adalah tanah latosol yang diambil dari Tembalang), pupuk kandang (digunakan pupuk kandang yang sudah di pasaran) Larutan penyangga (larutan Mc Dougall)

##### **3.2. Metode Penelitian**

###### **3.2.1. Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan dalam percobaan **Split Plot** (Steel dan Torrie, 1991)  $6 \times 4$  dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 3 ulangan. Faktor pertama (main

plot) adalah jenis rumput (R) ada 6 jenis dan faktor kedua (sub plot) pemupukan P ( 4 aras).

### 3.2.2. Perlakuan

Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan kombinasi dari 2 (dua) faktor yaitu faktor jenis rumput (R) dan faktor pemupukan P. Dosis pupuk yang dilakukan 4 aras dan jenis rumput 6 jenis.

Adapun jenis rumput (R) adalah :

$R_1 = Brachiaria\ brizantha$  poliploid,

$R_2 = Brachiaria\ decucumbens$  poliploid,

$R_3 = Panicum\ muticum$  poliploid,

$R_4 = Brachiaria\ brizantha$  diploid,

$R_5 = Brachiaria\ decumbens$  diploid;

$R_6 = Panicum\ muticum$  diploid;

Dosis pupuk P yang digunakan adalah :

$P_0 = \text{dosis } 0 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha/defoliiasi}$

$P_1 = \text{dosis } 50 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha/defoliiasi}$

$P_2 = \text{dosis } 75 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha/defoliiasi}$

$P_3 = \text{dosis } 100 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha/defoliiasi}$

Dari jumlah tersebut didapat 24 kombinasi perlakuan, yaitu :

- |             |              |              |
|-------------|--------------|--------------|
| 1. $R_1P_0$ | 9. $R_3P_0$  | 17. $R_5P_0$ |
| 2. $R_1P_1$ | 10. $R_3P_1$ | 18. $R_5P_1$ |
| 3. $R_1P_2$ | 11. $R_3P_2$ | 19. $R_5P_2$ |
| 4. $R_1P_3$ | 12. $R_3P_3$ | 20. $R_5P_3$ |
| 5. $R_2P_0$ | 13. $R_4P_0$ | 21. $R_6P_0$ |
| 6. $R_2P_1$ | 14. $R_4P_1$ | 22. $R_6P_1$ |
| 7. $R_2P_2$ | 15. $R_4P_2$ | 23. $R_6P_2$ |
| 8. $R_2P_3$ | 16. $R_4P_3$ | 24. $R_6P_3$ |

### 3.2.3. Tata Letak Penelitian

Agar setiap materi percobaan mendapat peluang yang sama dalam menerima perlakuan, maka penempatan perlakuan dilakukan secara acak (Ilustrasi 2).

<b><math>R_5U_2</math></b>	<b><math>R_3U_3</math></b>	<b><math>R_2U_3</math></b>	<b><math>R_6U_2</math></b>	<b><math>R_4U_2</math></b>	<b><math>R_1U_3</math></b>
P <sub>0</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>
P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>
P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>
P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>
<b><math>R_2U_1</math></b>	<b><math>R_1U_2</math></b>	<b><math>R_5U_3</math></b>	<b><math>R_4U_1</math></b>	<b><math>R_6U_3</math></b>	<b><math>R_3U_2</math></b>
P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>
P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>
P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
<b><math>R_4U_3</math></b>	<b><math>R_5U_1</math></b>	<b><math>R_1U_1</math></b>	<b><math>R_2U_2</math></b>	<b><math>R_3U_1</math></b>	<b><math>R_6U_1</math></b>
P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>0</sub>
P <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>2</sub>
P <sub>3</sub>	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>

Keterangan :

$R_1U_1$ - $R_6U_3$  = main plot (petak utama)  
 $P_0$ - $P_3$  = sub plot (anak petak)

Ilustrasi 2. Letak Petak Penelitian

### **3.2.4. Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian meliputi, analisis tanah, persiapan tanaman, pemberian larutan aluminium, perlakuan pemupukan, defolasi dan analisis produksi dan pengukuran kecernaan (Ilustrasi 3).

#### **3.2.4.1 Analisis Tanah**

Analisis tanah dilakukan pada campuran tanah dengan pupuk kandang yang digunakan sebagai media tumbuh sebelum penanaman dimulai. Sebelum dianalisis contoh tanah diambil secara acak dari permukaan sampai ke dalam 10 cm. Contoh tanah tersebut dianalisis pH tanah dengan menggunakan metode cepat secara langsung, N tersedia dengan metoda Kjeldahl, P tersedia dengan metoda Bray II, K tersedia dengan metode K larut dalam air. Tanah dianalisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

#### **3.2.4.2. Persiapan Tanam**

Persiapan media tanam dilakukan sebelum penanaman. Tanah yang tersedia dicampur dengan pupuk kandang (perbandingan 4 : 1). Kemudian pot diisi dengan media tanah dan pupuk kandang tersebut. Pot yang digunakan sebanyak 72 buah yang ditempatkan secara acak untuk masing-masing ulangan. Penanaman rumput menggunakan pols. Setiap pot plastik berisi 2 pols. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman dan penyiangan gulma.

Setelah penanaman, rumput dipelihara tanpa perlakuan. Setelah tanaman berumur 6 minggu dilakukan pemotongan paksa untuk penyeragaman. Satu hari setelah potong paksa, dilakukan pemupukan dasar untuk unsur N dan K dengan menggunakan urea dan KCl. Rumput yang ditinggalkan setelah potong paksa  $\pm 10$  cm atau setinggi pot plastik.

#### **3.2.4.3 Pemberian Larutan Aluminium**

Perlakuan keasaman pada tanah dilakukan dengan memberikan larutan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  sebanyak 300 mM (pH 2,5 – 3) pada tanah dalam pot. Pemberian larutan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dilakukan setiap 2 (dua) hari sekali, 1 (satu) minggu setelah perlakuan potong paksa. Penyiraman dan sekaligus pemberian larutan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  dilakukan sesuai kapasitas lapang.

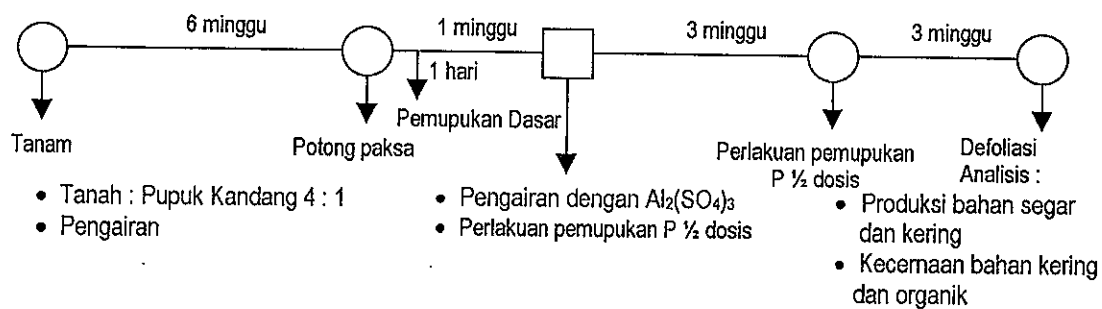
#### **3.2.4.4. Perlakuan Pemupukan**

Pemupukan P dilakukan 2 (dua) kali masing – masing setengah dosis, 1 (satu) minggu setelah potong paksa, dan 3 (tiga) minggu kemudian. Pemberian pupuk dilakukan pada setiap pot sesuai dengan perlakuan dengan cara menugal kurang lebih 5 cm dari akar.



### 3.2.4.5. Defoliiasi

Pemotongan rumput dilaksanakan setelah rumput berumur 7 minggu dengan menggunakan gunting potong rumput. Selanjutnya dilakukan penimbangan bobot segar.



Ilustrasi 3. Skema Waktu Pelaksanaan Penelitian

### 3.2.4.6. Peubah yang diamati

Peubah yang diamati meliputi : produksi dan pencernaan hijauan pakan secara *in vitro*.

a. Pengukuran produksi, meliputi :

- Presentase bahan kering dan produksi bahan kering, diukur dengan cara mengoven pada suhu  $105^{\circ}C$  selama 24 jam sampai diperoleh berat yang konstan. Persentase bahan kering diketahui dengan rumus :

$$\% BK = \frac{\text{Bobot BK (g)}}{\text{Bobot BS (g)}} \times 100\%$$

$$\text{Produksi BK} = \text{Produksi Segar} \times \text{Presentase BK}$$

b. Pengukuran Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Kecernaan Bahan Kering (KcBK) dan Kecernaan Bahan Organik (KcBO) dilakukan menurut metode Tilley dan Terry yang disitasi oleh Haris (1970). Sampel rumput masing-masing sebanyak 0,56 g (bentuk tepung) dimasukkan dalam tabung fermentasi yang sudah ditata dalam rak, kemudian rak tersebut dimasukkan dalam penangas air dengan suhu konstan 39°C. Kedalam masing-masing tabung fermentasi ditambahkan dengan 10 ml cairan rumen dalam keadaan anaerob + 40 ml larutan penyangga. Inkubasi dilakukan selama 48 jam, dan selama itu dilakukan penggojokan pada setiap tabung setiap 6 jam sekali. Pada akhir fermentasi, aktifitas mikroba dihentikan yaitu dengan menambah 0,2 ml larutan jenuh  $\text{HgCl}_2$  ke dalam masing-masing tabung fermentasi. Cairan dan endapan dipisahkan dengan cara disentrifus selama 8-10 menit pada 3.000 rpm. Cairan (supernatan) dibuang, kemudian endapan dilanjutkan dengan pencernaan secara enzimatis (proteolitik) dengan menambahkan 50 ml larutan pepsin HCl 1 N pada setiap tabung fermentasi. Kemudian diinkubasikan selama 48 jam, secara aerob (tutup fermentor dibuka)

Setelah inkubasi selesai, residu diambil dengan menyaring melalui kertas saring. Selanjutnya residu dikeringkan dalam oven dengan suhu 104 °C selama 12 jam (untuk mengetahui koefisien cerna bahan kering). Sedangkan untuk mengukur koefisien cerna bahan organik, dengan melakukan pengabuan dalam tanur listrik pada suhu 600 °C selama 6 jam. Kecernaan bahan kering dan bahan organik dapat dihitung dengan rumus :

$$KcBK (\%) = \frac{\text{Bobot BK sampel (g)} - \left[ \text{Bobot BK residu (g)} - \text{Bobot BK blanko (g)} \right]}{\text{Bobot BK sampel (g)}} \times 100 \%$$

$$KcBO (\%) = \frac{\text{Bobot BO sampel (g)} - \left[ \text{Bobot BO residu (g)} - \text{Bobot BO blanko (g)} \right]}{\text{Bobot BO sampel (g)}} \times 100 \%$$

### 3.3. Analisis Data

Model linier yang menjelaskan setiap nilai pengamatan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Di mana :

- $Y_{ijk}$  : hasil pengamatan dari rumput ke i aras dosis pemupukan Fosfor ke j dan ulangan ke k
- $\mu$  : nilai rata-rata seluruh perlakuan
- $\alpha_i$  : pengaruh jenis rumput ke i
- $\varepsilon_{ik}$  : galat akibat pengaruh jenis rumput ke i dan ulangan ke k
- $\beta_j$  : pengaruh dosis pemupukan Fosfor ke j
- $(\alpha\beta)_{ij}$  : pengaruh interaksi antara rumput ke i dan perlakuan dosis pupuk P ke j
- $\varepsilon_{ijk}$  : galat akibat pengaruh rumput ke i dan dosis pemupukan P ke j dan ulangan ke k

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan untuk mengetahui beda antar perlakuan dilakukan uji beda nilai tengah dengan uji jarak berganda (UJBD) dan uji polinomial ortogonal (Steel dan Torrie, 1991) untuk mengetahui pola respon pengaruh dosis pemupukan pada tiap jenis rumput.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Analisis Tanah

Hasil analisis kimia tanah sebelum dan sesudah penelitian dengan beberapa parameter yang dilakukan di laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis Kimia Tanah Sebelum dan Sesudah Penelitian

Parameter yang diukur		Pengukuran*) sebelum penelitian	Pengukuran Setelah Penelitian*) Perlakuan				Kriteria Kesuburan Tanah**)
			P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	
pH H <sub>2</sub> O		6,306	6,20	6,25	6,49	6,45	5,6 – 6,5agak masam
C. Organik	%	2,02	2,02	3,37	3,82	4,49	2,01 – 3,0 sedang; 3,01 – 5,0 tinggi
Bahan Organik	%	3,48	3,48	5,81	6,58	7,74	-
N. total	%	0,23	0,25	0,28	0,36	0,39	0,21 – 0,50 sedang
N. tersedia	%	0,0466	0,060	0,062	0,068	0,074	-
P. total	%	17,42	18,39	20,11	23,64	25,09	-
P. tersedia	ppm	4,663	5,39	7,74	12,23	14,29	< 10, sangat rendah; 10 – 15 rendah
K. total	%	13,9833	13,54	15,88	17,06	19,83	-
K. tersedia	me %	0,2166	0,24	0,34	0,43	0,51	0,1 – 0,2 rendah; 0,3 – 0,5 sedang

\* Analisis dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

\*\* Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah dan Pusat Penelitian Tanah (1983) dalam Hardjowigeno (1987)

Berdasarkan Tabel 1 di atas, analisis tanah setelah penelitian menunjukkan kecenderungan meningkat seluruh parameter yang diukur sejalan dengan penambahan dosis pemupukan fosfat. Hasil pengukuran pH tanah berkisar 6,20 – 6,45 (agak masam). Namun selama penelitian pH tanah berkisar 2,5 – 4 mulai

penyiraman sampai penyiraman berikutnya (2 hari). Data hasil pengukuran pada Tabel 1, merupakan pH tanah yang setelah 4 hari penelitian. Kecenderungan pH tanah meningkat akibat peningkatan pemupukan fosfat, mengurangi keasaman tanah yang tercekam aluminium (Buckman dan Brady, 1982; Hakim *et al.* 1983). Sedangkan C-organik dan bahan organik, juga menunjukkan kecenderungan yang meningkat sesuai dengan peningkatan dosis fosfat. Hal ini kemungkinan akibat fosfat berperan merangsang pertumbuhan akar (Sarief, 1986), sehingga peruraian akar akan menambah C-organik maupun bahan organik tanah. Demikian juga halnya keberadaan N-total maupun N-tersedia, K-total dan K-tersedia dalam tanah tersebut. Kandungan P-total dan P-tersedia juga menunjukkan kecenderungan yang sama pula. Peningkatan ketersediaan unsur P yang sejalan dengan peningkatan dosis pupuk fosfat, selain berasal dari pelapukan akar, dapat pula berasal dari butiran pupuk yang belum sepenuhnya mengalami peruraian (Rinsema, 1983).

#### **4.2. Persentase Bahan Kering**

Hasil analisis ragam (Lampiran 2) perlakuan pemupukan Fosfor pada beberapa jenis rumput pakan poliploid dan diploid yang tercekam aluminium memberikan pengaruh interaksi yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap persentase bahan kering. Data hasil uji beda jarak berganda Duncan (UJBD) tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Bahan Kering Rumput Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d) Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium

Jenis Rumput	Dosis Pupuk P (kg/ha)				Rata-rata
	0	50	75	100	
	( % )				
<i>B. brizantha</i> (d)	16,17 <sup>b</sup>	17,33 <sup>b</sup>	18,33 <sup>a</sup>	18,83 <sup>a</sup>	17,67
<i>B. brizantha</i> (p)	16,00 <sup>b</sup>	16,83 <sup>b</sup>	17,17 <sup>b</sup>	18,83 <sup>a</sup>	17,21
<i>B. decumbens</i> (d)	20,67 <sup>b</sup>	22,33 <sup>a</sup>	22,33 <sup>a</sup>	22,17 <sup>a</sup>	21,87
<i>B. decumbens</i> (p)	22,17 <sup>a</sup>	17,67 <sup>b</sup>	19,67 <sup>a</sup>	21,17 <sup>a</sup>	20,17
<i>P. muticum</i> (d)	13,17 <sup>a</sup>	13,33 <sup>a</sup>	12,83 <sup>a</sup>	12,83 <sup>a</sup>	13,04
<i>P. muticum</i> (p)	12,50 <sup>b</sup>	13,17 <sup>ab</sup>	13,33 <sup>ab</sup>	14,00 <sup>a</sup>	13,25
Rata-rata	16,78	16,78	17,28	17,97	

\*) Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 2 menunjukkan diantara jenis rumput diploid diperoleh hasil bahwa rata-rata persentase berat kering tertinggi rumput *Brachiaria decumbens* sebesar 21,87 %, diikuti *Brachiaria brizantha* sebesar 17,67 % dan *Panicum muticum* sebesar 13,04 %. Di antara rumput diploid dan poliploid diperlihatkan bahwa rata – rata persentase poliploid yang lebih tinggi dari diploid adalah pada rumput *Panicum muticum* sedangkan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* diploid lebih tinggi dari poliploidnya. Dengan demikian rumput pakan diploid *Brachiaria decumbens* maupun *Brachiaria brizantha* masih lebih toleran dari poliploidnya.

Sedangkan dari keenam jenis rumput, rumput *Panicum muticum* diploid dan poliploid mempunyai nilai persentase bahan kering lebih rendah dibanding jenis lainnya. Dengan demikian, maka pada waktu defoliasi (7 minggu) fase vegetatif

*Panicum muticum* masih berlangsung sedangkan yang lain sudah memasuki akhir fase vegetatif. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh cekaman aluminium pada *Panicum muticum* dapat memperpanjang fase vegetatif. Menurut Anwar *et al.* (2003), *Panicum muticum* diploid dan poliploid tergolong toleran terhadap cekaman aluminium, sedangkan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* baik diploid dan poliploid sangat toleran.

Pengaruh pemupukan Fosfor terhadap persentase berat kering rumput pakan menunjukkan pola yang berbeda – beda pada tiap jenis rumput pakan (Tabel 2). Pada rumput *Brachiaria brizantha* (d) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (18,83 %), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (16,17 %) dan dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (17,33 %), tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (18,33 %). Pada rumput *Brachiaria brizantha* (p), hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (18,83 %), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (16,00 %), 50 kg P/ha (16,33 %), maupun 75 kg P/ha (17,17 %). Pada rumput *Brachiaria decumbens* (d) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha dan 75 kg  $P_2O_5$ /ha yaitu sebesar 22,33 %, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (22,17%), namun berbeda nyata dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (20,67 %). Pada rumput *Brachiaria decumbens* (p) pemupukan Fosfor sampai 100 kg  $P_2O_5$ /ha tidak menghasilkan peningkatan persentase bahan kering, pemupukan 50 kg  $P_2O_5$ /ha justru menurunkan persentase bahan kering. Pada rumput *Panicum muticum* (d) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha, 75 kg  $P_2O_5$ /ha, dan 100 kg  $P_2O_5$ /ha. Sedangkan pada rumput *Panicum muticum* (p) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha,

berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha, tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha dan 75 kg  $P_2O_5$ /ha.

Berdasarkan Tabel 2 dari uraian di atas, hal ini menunjukkan bahwa pemupukan Fosfor berperan dalam memacu fase vegetatif ke generatif karena Fosfor meningkatkan pembentukan bahan organik (Gardner *et al.* 1991), disamping itu pemupukan Fosfor dapat merangsang pertumbuhan awal bibit tanaman, pembentukan bunga, buah, dan biji. Bahkan mampu mempercepat pemasakan buah dan membuat biji menjadi lebih baik (Novizan, 2002). Walaupun pada jenis *Panicum muticum* (d) dan *Brachiaria decumbens* (p) tidak menunjukkan respon terhadap pemupukan Fosfor.

Hasil analisis regresi dari pengaruh pemupukan Fosfor pada tiap jenis rumput pakan, beberapa diantaranya memberikan respon yang nyata ( $p < 0,05$ ) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Persentase Bahan Kering untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d)

Jenis Rumput	Persamaan Regresi Linier	R <sup>2</sup> (%)	P
<i>B. brizantha</i> (d)	$Y = 16,1238 + 0,0274286 X$	67,9	0,001
<i>B. brizantha</i> (p)	$Y = 15,7619 + 0,0257143 X$	64,8	0,002
<i>B. decumbens</i> (d)	$Y = 20,9857 + 0,0158 X$	31,4	0,058 <sup>ns</sup>
<i>B. decumbens</i> (p)	$Y = 20,8095 - 0,0114286 X$	4,8	0,494 <sup>ns</sup>
<i>P. muticum</i> (d)	$Y = 13,2667 - 0,004 X$	21,4	0,136 <sup>ns</sup>
<i>P. muticum</i> (p)	$Y = 12,4571 + 0,0140952 X$	56,7	0,004

ns = non signifikan (tidak nyata) pada taraf 5%

Hasil analisis regresi (Tabel 3) menunjukkan pengaruh linier nyata ( $p < 0,05$ ) pemupukan Fosfor ditunjukkan pada rumput *Brachiaria brizantha* (d) dengan persamaan regresi  $Y = 16,1238 + 0,0274286 X$  ( $R^2 = 67,9\%$ ), *Brachiaria brizantha*



(p) dengan persamaan regresi  $Y = 15,7619 + 0,0257143 X$  ( $R^2 = 64,8\%$ ) dan *Panicum muticum* (p) dengan persamaan regresi  $Y = 12,4571 + 0,0140952 X$  ( $R^2 = 56,7\%$ ). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis pemupukan Fosfor meningkatkan persentase bahan kering. Pada *Brachiaria decumbens* (d) ada kecenderungan berpengaruh ( $p < 0,10$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 20,8095 + 0,00158 X$  ( $R^2 = 31,4\%$ ), sedangkan pada jenis rumput *Brachiaria decumbens* (p) dan *Panicum muticum* (d) pengaruh pemupukan tidak memberikan indikasi peningkatan persentase bahan kering.

#### 4.3. Produksi Bahan Kering

Hasil analisis ragam (Lampiran 9) perlakuan pemupukan Fosfor pada beberapa jenis rumput pakan poliploid dan diploid yang tercekam aluminium memberikan pengaruh interaksi yang nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap produksi bahan kering hijauan. Data hasil uji beda jarak berganda Duncan UJBD tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Produksi Bahan Kering Rumput Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d) Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium

Jenis Rumput	Dosis Pupuk P (kg/ha)				Rata-rata
	0	50	75	100	
	----- g / pot -----				
<i>B. brizantha</i> (d)	81,49 <sup>b</sup>	82,74 <sup>b</sup>	82,99 <sup>b</sup>	88,63 <sup>a</sup>	83,96
<i>B. brizantha</i> (p)	78,87 <sup>a</sup>	79,63 <sup>a</sup>	79,92 <sup>a</sup>	80,96 <sup>a</sup>	79,84
<i>B. decumbens</i> (d)	83,38 <sup>b</sup>	85,53 <sup>ab</sup>	86,01 <sup>ab</sup>	88,03 <sup>a</sup>	85,74
<i>B. decumbens</i> (p)	77,78 <sup>b</sup>	82,73 <sup>a</sup>	83,67 <sup>a</sup>	85,49 <sup>a</sup>	82,42
<i>P. muticum</i> (d)	53,04 <sup>c</sup>	60,94 <sup>b</sup>	62,56 <sup>b</sup>	67,18 <sup>a</sup>	60,89
<i>P. muticum</i> (p)	63,82 <sup>b</sup>	66,77 <sup>b</sup>	67,77 <sup>b</sup>	73,59 <sup>a</sup>	67,99
Rata-rata	73,06	76,39	77,15	80,62	

\*) Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Tabel 4 menunjukkan di antara jenis rumput diploid diperoleh bahwa rata – rata bahan kering tertinggi pada rumput pakan *Brachiaria decumbens* sebesar 85,74 g/pot, diikuti *Brachiaria brizantha* sebesar 83,96 g/pot dan *Panicum muticum* sebesar 60,89 g/pot. Produksi bahan kering rata-rata masih dibawah produksi bahan kering potensial. *Brachiaria decumbens* potensi bahan kering secara umum sebesar 37 ton/ha/th (Departemen Pertanian, 1985), sedangkan estimasi dari hasil penelitian ini sebesar 32,2 ton/ha/th. Potensi produksi bahan kering *Brachiaria brizantha* secara umum sebesar 35 – 55 ton/ha/th (Departemen Pertanian, 1985), sedangkan estimasi dari hasil penelitian sebesar 31,5 ton/ha/th. *Panicum muticum* potensi produksi bahan kering menurut Bogdan (1997) sebesar 19 – 39 ton/ha/th, sedangkan estimasi dari hasil penelitian ini sebesar 22,8 ton/ha/th. Produksi berat kering masih di bawah produksi potensial adalah akibat adanya pengaruh cekaman aluminium pada tanah yang digunakan.

Di antara rumput diploid dan poliploid rata – rata bahan kering poliploid lebih tinggi dari diploid ditunjukkan pada *Panicum muticum*, tetapi pada rumput pakan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* diploid lebih tinggi dari poliploid. Hasil ini menunjukkan bahwa rumput pakan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* yang asli (diploid) masih mempunyai toleransi yang lebih tinggi pada kondisi cekaman aluminium daripada yang poliploid. Hal ini mungkin karena kedua jenis rumput poliploid masih kurang adaptif terhadap cekaman aluminium akibat adanya perbanyakan inti sel (kromosom), hal sebaliknya pada *Panicum muticum* poliploid.

Pengaruh pemupukan Fosfor terhadap bahan kering rumput pakan menunjukkan pola yang hampir sama pada tiap jenis rumput pakan (Tabel 4). Pada rumput *Brachiaria brizantha* (d) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg/ha (88,63 g/pot), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan perlakuan dosis 0 kg/ha (81,41 g/pot), dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (82,74 g/pot), dan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (82,99 g/pot). Pada rumput *Brachiaria brizantha* (p), hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (80,96 g/pot), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan hasil produksi dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (78,87 g/pot), tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 50 kg P/ha (79,628 g/pot) dan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (79,92 g/pot). Pada rumput *Brachiaria decumbens* (d) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (88,03 g/pot), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (85,530 g/pot) dan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (86,01 g/pot). Pada rumput *Brachiaria decumbens* (p) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (85,49 gr/pot), berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (77,78 gr/pot), tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (82,73 gr/pot) dan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (83,67 g/pot). Pada rumput *Panicum muticum* (d) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (67,18 g/pot), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (53,04 g/pot), dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (60,94 g/pot) dan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (62,56 g/pot). Pada rumput *Panicum muticum* (p) hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha (73,60 g/pot), dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (63,82 g/pot), dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (66,77 g/pot), dan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (67,77 g/pot). Secara umum dengan dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha menunjukkan produksi bahan kering lebih tinggi dari perlakuan pemupukan 0 kg  $P_2O_5$ /ha, 50 kg  $P_2O_5$ /ha, maupun 75 kg  $P_2O_5$ /ha. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian

Gusnidar (2002), dengan pemberian pupuk TSP sebesar 100 kg  $P_2O_5$ /ha pada tanah asam dapat meningkatkan produksi tanaman.

Hasil analisis regresi dari pengaruh pemupukan Fosfor pada tiap jenis rumput pakan, beberapa diantaranya memberikan respon yang nyata ( $p < 0,05$ ), seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Produksi Bahan Kering untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d)

Jenis Rumput	Persamaan Regresi Linier	R <sup>2</sup> (%)	P
<i>B. brizantha</i> (d)	$Y = 80,5396 + 0,0608612 X$	49,5	0,011
<i>B. brizantha</i> (p)	$Y = 78,7475 + 0,0194718 X$	9,5	0,330 <sup>ns</sup>
<i>B. decumbens</i> (d)	$Y = 83,2750 + 0,0437810 X$	32,5	0,053 <sup>ns</sup>
<i>B. decumbens</i> (p)	$Y = 78,1279 + 0,0762829 X$	72,1	0,0000
<i>P. muticum</i> (d)	$Y = 63,0176 + 0,0883862 X$	73,0	0,0000
<i>P. muticum</i> (p)	$Y = 53,2728 + 0,135405 X$	64,0	0,002

ns = non signifikan (tidak nyata) pada taraf 5%

Hasil analisis regresi (Tabel 5) menunjukkan pengaruh linier nyata ( $p < 0,05$ ) pemupukan Fosfor ditunjukkan pada rumput *Brachiaria brizantha* (d) dengan persamaan regresi  $Y = 80,5396 + 0,0608612 X$  ( $R^2 = 49,5\%$ ), *Brachiaria decumbens* (p) dengan persamaan regresi  $Y = 78,1279 + 0,0762829 X$  ( $R^2 = 72,1\%$ ), *Panicum muticum* (d) dengan persamaan regresi  $Y = 63,0176 + 0,0883862 X$  ( $R^2 = 73,0\%$ ), *Panicum muticum* (p) dengan persamaan regresi  $Y = 53,2728 + 0,135405 X$  ( $R^2 = 64,0\%$ ). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis pemupukan Fosfor masih meningkatkan produksi bahan kering. Crowder dan Cheda (1978) menyatakan bahwa *Panicum muticum* akan meningkat produksi dengan dosis Fosfor mulai dari 47 kg P/ha. Sedangkan pada *Brachiaria decumbens* (d) ada kecenderungan berpengaruh

( $p < 0,10$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 83,2750 + 0,0437810 X$  ( $R^2 = 32,5\%$ ). Untuk jenis rumput *Brachiaria brizantha* (p) pengaruh pemupukan tidak memberikan indikasi peningkatan bahan kering.

#### 4.4. Kecernaan Bahan Kering (KcBK)

Hasil analisis ragam (Lampiran 16) perlakuan pemupukan Fosfor pada beberapa jenis rumput pakan poliploid dan diploid yang tercekam aluminium tidak memberikan pengaruh interaksi yang nyata terhadap kecernaan bahan kering (KcBK).

Pengaruh utama jenis rumput tidak nyata, namun pengaruh utama pemupukan Fosfor memberikan pengaruh yang nyata. Data hasil uji beda jarak berganda Duncan UJBD dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kecernaan Bahan Kering (KcBK) Tanaman Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d) Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium

Jenis Rumput	Dosis Pupuk P (kg/ha)				Rata-rata
	0	50	75	100	
	----- ( % ) -----				
<i>B. brizantha</i> (d)	49,28	50,15	52,55	52,93	51,23
<i>B. brizantha</i> (p)	43,66	47,50	50,38	54,95	49,12
<i>B. decumbens</i> (d)	48,11	45,83	49,13	50,48	48,39
<i>B. decumbens</i> (p)	48,23	50,67	50,88	51,73	50,38
<i>P. muticum</i> (d)	46,34	49,02	48,64	50,02	48,50
<i>P. muticum</i> (p)	45,88	53,26	47,47	51,42	49,51
Rata-rata	46,92 <sup>c</sup>	49,44 <sup>b</sup>	49,81 <sup>ab</sup>	51,92 <sup>a</sup>	

\*) Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis rumput tidak berpengaruh nyata terhadap pencernaan bahan kering. Walaupun demikian Tabel 6 menunjukkan indikasi di antara jenis rumput diploid diperoleh hasil bahwa rata – rata pencernaan bahan kering tertinggi pada rumput *Brachiaria brizantha* sebesar 51,23%, diikuti *Panicum muticum* (48,50%), dan *Brachiaria decumbens* (48,39%). Di antara rumput pakan poliploid dan diploid diperoleh bahwa rata – rata pencernaan bahan kering (KcBK) terlihat poliploid lebih tinggi dari diploid terlihat pada rumput *Brachiaria decumbens* dan *Panicum muticum*, sedangkan pada *Brachiaria brizantha* diploid lebih tinggi dari poliploid. Tidak ada perbedaan nyata pencernaan bahan kering (KcBK) menunjukkan bahwa semua jenis rumput mempunyai toleransi yang sama terhadap cekaman aluminium.

Hasil analisis ragam menunjukkan pemupukan Fosfor nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap pencernaan bahan kering (KcBK) rumput pakan. Tabel 6 secara umum menunjukkan hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha sebesar 51,92%, dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (46,92 %), dan dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha (49,44%), tetapi tidak berbeda nyata dengan dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (49,81 %). Dari hasil penelitian tersebut besarnya angka pencernaan bahan kering hampir menyamai dengan beberapa hasil penelitian antara lain Lahay (2000) yang mendapatkan pencernaan rumput lapangan sebesar 55,60%. Hasil penelitian ini juga mengilustrasikan bahwa semua jenis rumput pakan mempunyai respon yang sama akibat peningkatan dosis pemupukan Fosfor terhadap pencernaan bahan kering (KcBK). Fosfor merupakan unsur yang berperan dalam kehidupan tanaman, antara lain merupakan komponen struktural molekul transfer energi (ADP, ATP) dan senyawa sistem informasi genetik (DNA). Selain itu Fosfor merupakan bahan

penyusun fosfolipid yang memegang peranan dalam integritas membran (Gardner *et al.* 1991). Selanjutnya Gardner *et al.* (1991) menjelaskan tanaman yang mengalami kekurangan Fosfor akan terjadi pigmentasi daun hijau kebiru – biruan dan jumlah serta panjang akar berkurang.

Hasil analisis regresi dari pengaruh pemupukan Fosfor pada tiap jenis rumput pakan, ada yang memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ), seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Kecernaan Bahan Kering (KcBK) untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d)

Jenis Rumput	Persamaan Regresi Linier	R <sup>2</sup> (%)	P
<i>B. brizantha</i> (d)	$Y = 49,0108 + 0,0393847 X$	29,4	0,066 <sup>ns</sup>
<i>B. brizantha</i> (p)	$Y = 42,9930 + 0,108995 X$	69,8	0,001
<i>B. decumbens</i> (d)	$Y = 46,9823 + 0,0250262 X$	3,2	0,579 <sup>ns</sup>
<i>B. decumbens</i> (p)	$Y = 48,4986 + 0,0334110 X$	29,9	0,066 <sup>ns</sup>
<i>P. muticum</i> (d)	$Y = 46,5770 + 0,0342652 X$	12,0	0,270 <sup>ns</sup>
<i>P. muticum</i> (p)	$Y = 47,1848 + 0,0413174X$	15,3	0,204 <sup>ns</sup>

ns = non signifikan (tidak nyata) pada taraf 5%

Berdasarkan hasil analisis regresi (Tabel 7) ditunjukkan bahwa hanya pada *Brachiaria brizantha* (p) pemupukan Fosfor berpengaruh linier nyata ( $p < 0,05$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 42,9930 + 0,108995 X$  ( $R^2 = 69,8\%$ ). Hal ini mengilustrasikan peningkatan Fosfor berpengaruh terhadap peningkatan kecernaan bahan kering. Sedangkan ada 2 jenis rumput yang menunjukkan kecenderungan pemupukan Fosfor berpengaruh ( $p < 0,10$ ) yaitu *Brachiaria brizantha* (d) dengan persamaan regresi linier  $Y = 49,0108 + 0,0393847 X$  ( $R^2 = 29,4\%$ ) dan *Brachiaria decumbens* (p) dengan persamaan regresi linier  $Y = 48,4986 + 0,0334110 X$

( $R^2 = 29,9\%$ ). Pada jenis rumput *Brachiaria decumbens* (d), *Panicum muticum* (d), dan *Panicum muticum* (p) pengaruh pemupukan memberikan indikasi peningkatan pencernaan bahan kering (KcBK).

#### 4.5. Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Hasil analisis ragam (Lampiran 23) perlakuan pemupukan Fosfor pada beberapa jenis rumput pakan poliploid dan yang tercekam aluminium tidak memberikan pengaruh interaksi yang nyata terhadap pencernaan bahan organik (KcBO). Petak utama jenis rumput tidak nyata, namun petak utama pemupukan Fosfor memberikan pengaruh yang nyata. Data hasil uji beda jarak berganda Duncan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kecernaan Bahan Organik (KcBO) Tanaman Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d) Akibat Pemupukan Fosfor pada Kondisi Tercekam Aluminium

Jenis Rumput	Dosis Pupuk P (kg/ha)				Rata-rata
	0	50	75	100	
	----- ( % ) -----				
<i>B. brizantha</i> (d)	57,93	57,61	59,73	60,42	58,92
<i>B. brizantha</i> (p)	55,92	56,75	58,13	62,76	58,39
<i>B. decumbens</i> (d)	55,29	56,45	59,55	60,52	57,95
<i>B. decumbens</i> (p)	56,08	58,74	55,02	59,86	57,43
<i>P. muticum</i> (d)	54,53	55,99	56,28	58,09	56,22
<i>P. muticum</i> (p)	52,90	57,14	55,27	59,91	56,30
Rata-rata	55,44 <sup>a</sup>	57,11 <sup>bo</sup>	57,33 <sup>b</sup>	60,26 <sup>a</sup>	

\*) Superskrip yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%



Hasil analisis ragam pemupukan bahwa jenis rumput tidak berpengaruh nyata terhadap pencernaan bahan organik (KcBO). Walaupun demikian Tabel 8 menunjukkan di antara jenis rumput diploid diperoleh indikasi bahwa rata – rata pencernaan bahan organik (KcBO) tertinggi pada rumput pakan *Brachiaria brizantha* sebesar 58,92 %, diikuti *Brachiaria decumbens* sebesar (57,95%), dan *Panicum muticum* (56,22%). Di antara jenis rumput pakan poliploid dan diploid diperoleh bahwa rata – rata pencernaan bahan organik (KcBO) poliploid lebih tinggi pada *Panicum muticum* (56,30%) sedangkan pada *Brachiaria brizantha* (58,92%) dan *Brachiaria decumbens* (57,95%) diploid lebih tinggi dari poliploidnya. Tidak adanya perbedaan untuk pencernaan bahan organik (KcBO) diantara jenis rumput menunjukkan bahwa semua jenis rumput mempunyai toleransi dan responden yang sama terhadap cekaman aluminium.

Hasil analisis ragam menunjukkan pemupukan Fosfor berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap pencernaan bahan organik (KcBO). Tabel 8 menunjukkan secara umum hasil tertinggi diperoleh pada dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha sebesar 60,26%, dan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha (55,44 %), dan dosis 50 kg  $P_2O_5$ /ha, (57,11%) serta dosis 75 kg  $P_2O_5$ /ha (57,33%). Besarnya angka pencernaan bahan organik tersebut di atas hampir sesuai dari hasil penelitian antara lain, Lahay (2000) dengan hasil pencernaan bahan organik rumput lapangan rata – rata sebesar 53,88%. Hasil ini mengilustrasikan bahwa semua jenis rumput pakan mempunyai respon yang sama dengan peningkatan dosis pemupukan Fosfor terhadap pencernaan bahan organik (KcBO). Pencernaan bahan organik (KcBO) rumput dipengaruhi oleh

komponen penyusun bahan organik, antara lain protein kasar, kandungan dan struktur karbohidrat (Tillman *et al.* 1991), umur rumput (Reaves, 1985), tingkat pertumbuhan, kondisi lingkungan dan sistem pengolahan lahan (Crowder dan Chheda, 1978). Peranan Fosfor sangat besar, yaitu melalui aktivitas transfer energi (ADP, ATP), genetik (DNA), dan fosfolipid (Gardner, *et al.* 1991), untuk pembentukan protein kasar, serat kasar (kandungan dan struktur karbohidrat), maupun untuk meningkatkan tingkat pertumbuhan.

Hasil analisis regresi dari pengaruh pemupukan Fosfor pada tiap jenis rumput pakan, tidak ada memberikan pengaruh yang nyata, seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Regresi Pengaruh Pemupukan Fosfor terhadap Kecernaan Bahan Organik (KcBO) untuk Tiap Jenis Rumput Pakan Poliploid (p) dan Diploid (d)

Jenis Rumput	Persamaan Regresi Linier	R <sup>2</sup> (%)	P
<i>B. brizantha</i> (d)	$Y = 57,4333 + 0,0264846 X$	25,2	0,097 <sup>ns</sup>
<i>B. brizantha</i> (p)	$Y = 54,945 + 0,0612446 X$	33,7	0,048
<i>B. decumbens</i> (d)	$Y = 54,8496 + 0,0551411 X$	34,7	0,044
<i>B. decumbens</i> (p)	$Y = 56,0998 + 0,0235706 X$	13,6	0,234 <sup>ns</sup>
<i>P. muticum</i> (d)	$Y = 54,3728 + 0,0329060 X$	26,3	0,088 <sup>ns</sup>
<i>P. muticum</i> (p)	$Y = 52,9655 + 0,0593670 X$	46,4	0,015

ns = non signifikan (tidak nyata) pada  $p > 0,05$

Hasil analisis regresi menunjukkan pengaruh linier nyata ( $p < 0,05$ ) pemupukan Fosfor ditunjukkan pada rumput *Brachiaria brizantha* (p) dengan persamaan regresi  $Y = 54,945 + 0,0612446 X$  ( $R^2 = 33,7\%$ ), *Brachiaria decumbens* (d), dengan persamaan regresi  $Y = 54,8496 + 0,0551411 X$  ( $R^2 = 34,7\%$ ) dan *P. panicum* (p) dengan persamaan regresi  $Y = 52,9655 + 0,0593670 X$  ( $R^2 = 46,4\%$ ).

Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis pemupukan Fosfor meningkatkan pencernaan bahan organik. Sedangkan 2 jenis rumput mempunyai kecenderungan pemupukan Fosfor berpengaruh ( $p < 0,10$ ) yaitu *Brachiaria brizantha* (d) dengan persamaan regresi  $Y = 57,4333 + 0,0264846 X$  ( $R^2 = 25,2\%$ ), dari *Panicum muticum* (d) dengan persamaan regresi  $Y = 54,3728 + 0,0329060 X$  ( $R^2 = 26,3\%$ ). Pada jenis rumput *Brachiaria decumbens* (p) pengaruh pemupukan tidak memberikan indikasi peningkatan pencernaan bahan organik (KcBO).

#### 4.6. Responsibilitas

Untuk mengetahui responsibilitas masing – masing rumput pakan poliploid, diukur melalui dua cara yaitu berdasarkan responsibilitas rumput pakan poliploid terhadap semua parameter pada Tabel 10 dan berdasarkan responsibilitas rumput pakan poliploid semua parameter terhadap pemupukan Fosfor pada Tabel 11.

Tabel 10. Responsibilitas Rumput Pakan Poliploid terhadap Semua Parameter

Jenis Rumput	Persentase BK	Bahan Kering	KcBK	KcBO	Total	Urutan
<i>B. brizantha</i> (p)	17,2083 (4)*	79,843 (4)	49,124 (3)	58,390 (2)	13	4
<i>B. brizantha</i> (d)	17,67 (3)	83,96 (2)	51,23 (2)	58,92 (1)	8	1
<i>B. decumbens</i> (p)	20,1667 (2)	82,419 (3)	53,78 (1)	57,436 (4)	10	2
<i>B. decumbens</i> (d)	21,87 (1)	85,74 (1)	48,39 (6)	57,95 (3)	11	3
<i>P. muticum</i> (p)	13,2500 (5)	67,989 (5)	49,508 (4)	56,305 (5)	15	5
<i>P. muticum</i> (d)	13,04 (6)	60,89 (6)	48,50(5)	56,22 (6)	23	6

\*() : Menunjukkan angka dengan urutan terbaik

Tabel 10 mengilustrasikan bahwa responsibilitas rumput pakan poliploid dan diploid pada kondisi tercekam aluminium terhadap semua parameter yang terbaik adalah *Brachiaria brizantha* (d), *Brachiaria decumbens* (p), diikuti *Brachiaria decumbens* (d), *Brachiaria brizantha* (p), *Panicum muticum* (p) dan yang terakhir *Panicum muticum* (d). Hasil ini menunjukkan *Brachiaria brizantha* (d) paling toleran terhadap cekaman aluminium, hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Anwar *et al.* (2003) bahwa *Brachiaria decumbens* dan *Brachiaria brizantha* sangat toleran pada cekaman aluminium.

Untuk melihat responsibilitas rumput pakan poliploid semua parameter terhadap pemupukan Fosfor dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Responsibilitas Rumput Pakan Poliploid Semua Parameter terhadap Pemupukan Fosfat

Jenis Rumput	Persentase BK	Bahan Kering	KcBK	KcBO	Total	Urutan
<i>B. brizantha</i> (p)	0,0257143(2)*	0,0194718 (5)	0,108995 (1)	0,0612446(1)	9	1
<i>B. brizantha</i> (d)	0,02743 (1)	0,0609 (4)	0,0394 (2)	0,0265 (4)	11	4
<i>B. decumbens</i> (p)	-0,0114286 (4)	0,0762829 (3)	0,033411 (2)	0,0235706(4)	13	5
<i>B. decumbens</i> (d)	0,0158 (4)	0,0438 (5)	0,0250 (2)	0,0551 (3)	14	6
<i>P. muticum</i> (p)	0,0140952 (3)	0,0838621 (2)	0,0413174(2)	0,059367 (2)	9	1
<i>P. muticum</i> (d)	-0,004 (4)	0,0884 (1)	0,0343 (2)	0,0329 (4)	10	3

\*( ) : Menunjukkan angka dengan urutan terbaik pada setiap peubah

Tabel 11, mengilustrasikan bahwa rumput pakan poliploid dan diploid terhadap semua parameter yang terbaik adalah *Brachiaria brizantha* (p), dan *Panicum muticum* (p), kemudian diikuti *Brachiaria brizantha* (d), *Panicum muticum* (d), *Brachiaria decumbens* (d), dan yang terakhir adalah *Brachiaria decumbens* (p). Berdasarkan

hasil penelitian *Brachiaria brizantha* (p) dan *Panicum muticum* (p), menunjukkan paling responsif terhadap pemupukan Fosfor di antara ke tiga jenis rumput poliploid ini.

Dengan demikian dari Tabel 10 dan 11, menunjukkan rumput *Brachiaria brizantha* memberikan potensi yang lebih baik dibanding *Panicum muticum* maupun *Brachiaria decumbens* untuk dikembangkan, karena mempunyai respon yang paling baik terhadap pemupukan Fosfor dan toleransi terhadap cekaman aluminium sedang.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. *Panicum muticum* poliploid mempunyai kecenderungan respon produksi bahan kering hijauan terhadap pemupukan Fosfor lebih tinggi dibandingkan diploidnya, sedangkan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* diploid lebih tinggi dari poliploidnya.
2. *Panicum muticum* dan *Brachiaria decumbens* poliploid kecenderungan respon dari pencernaan bahan kering (KcBK) hijauan terhadap pemupukan Fosfor lebih tinggi daripada diploidnya, namun pada *Brachiaria brizantha* poliploid lebih rendah daripada diploid. Untuk pencernaan bahan organik (KcBO) semua rumput tidak berbeda antara poliploid dan diploidnya.
3. Pemupukan Fosfor dengan dosis tertinggi 100 kg  $P_2O_5$ /ha memberikan hasil yang lebih tinggi dari perlakuan 0 kg  $P_2O_5$ /ha terhadap semua peubah yang diamati.
4. Rumput *Brachiaria brizantha* poliploid mempunyai potensi genetis yang lebih baik untuk dikembangkan dibandingkan dengan rumput *Panicum muticum* maupun *Brachiaria decumbens*.

## 5.2. Saran

Untuk mendapatkan respon pemupukan Fosfor yang lebih baik pada tanah yang kritis seyogyanya perlu penelitian lebih lanjut di lapangan terbuka, guna mendapatkan hasil yang sesuai kondisi lapangan. Dengan harapan hasil penelitian tersebut dapat digunakan pada skala yang luas (*on farm*).



## RINGKASAN

Tanaman rumput pakan merupakan sumber hijauan pakan yang banyak digunakan untuk ternak ruminansia, sehingga ketersediaan rumput pakan dalam jumlah yang cukup dan berkualitas baik perlu diupayakan. Produksi maupun nilai nutrisi rumput pakan dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan yang berpengaruh cukup besar adalah kondisi keasaman tanah. Di Indonesia ada 75 juta ha tanah yang bersifat asam (Harjowigeno, 1989). Kondisi tanah asam di Indonesia berkaitan dengan kondisi lingkungan tropis yang memiliki curah hujan dan suhu yang tinggi. Kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan menyebabkan rendahnya kualitas hijauan. Keasaman tanah merupakan kendala dalam budidaya rumput pakan, karena pada tanah tersebut ketersediaan unsur Fosfor sangat rendah. Rendahnya ketersediaan Fosfor berkaitan dengan meningkatnya aluminium terlarut.

Usaha untuk mengatasi kendala tanah asam dilakukan dengan pemilihan jenis tanaman yang toleran serta pemupukan Fosfor. Beberapa jenis rumput pakan diketahui tergolong sangat toleran pada cekaman aluminium; yaitu *Brachiaria brizantha* diploid dan poliploid, *Brachiaria decumbens* diploid dan poliploid dan yang tergolong toleran antara lain *Panicum muticum* diploid dan poliploid (Anwar, 2003; Anwar *et al.* 2003).

Evaluasi kualitas rumput pakan berupa fisik (produksi segar dan bahan kering), kimiawi (serat kasar, protein kasar), dan biologi (kecernaan bahan kering dan bahan

organik). Tanaman rumput pakan yang unggul khususnya poliploid dengan pemupukan Fosfor diharapkan mampu berproduksi maksimal pada kondisi cekaman lingkungan aluminium, yaitu menghasilkan penampilan produksi dan pencernaan yang tinggi.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji perbedaan respon produksi dan pencernaan hijauan pakan akibat pemupukan Fosfor dari rumput poliploid dan diploid *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* dan *Panicum muticum* pada cekaman aluminium.

Hipotesis penelitian adalah, respon dari produksi dan pencernaan rumput poliploid terhadap pemupukan Fosfor lebih tinggi dibanding diploid pada cekaman aluminium dan respon dari produksi dan pencernaan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* terhadap pemupukan Fosfor lebih tinggi dari *Panicum muticum* baik yang diploid maupun poliploid pada cekaman aluminium.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari sampai dengan bulan Juli 2004 rumah kaca Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Materi penelitian yang digunakan adalah tanaman rumput *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, dan *Panicum muticum* masing-masing diploid dan poliploid dalam bentuk pols, pot plastik, tanah, pupuk kandang, pupuk SP36, pupuk KCl, pupuk urea, larutan  $Al_2(SO_4)_3$ , cairan rumen, larutan penyangga, pepsin dan lain – lain. penelitian dilakukan sebagai percobaan Split Plot 6 x 4 dengan rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 3 (tiga) ulangan. Faktor pertama adalah jenis rumput dengan 6 jenis

rumpun dan faktor kedua adalah dosis pemupukan Fosfor dengan 4 dosis pemupukan. Jenis rumput yang digunakan adalah *Brachiaria brizantha* poliploid (R<sub>1</sub>), *Brachiaria decumbens* poliploid (R<sub>2</sub>), *Panicum muticum* poliploid (R<sub>3</sub>), *Brachiaria brizantha* diploid (R<sub>4</sub>), *Brachiaria decumbens* diploid (R<sub>5</sub>), *Panicum muticum* diploid (R<sub>6</sub>). Dosis pupuk yang digunakan dosis 0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/defoliasi (P<sub>0</sub>), dosis 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/defoliasi (P<sub>1</sub>), dosis 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/defoliasi (P<sub>2</sub>), dosis 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/defoliasi (P<sub>3</sub>).

Dalam pelaksanaan penelitian, tanah dianalisis sebelum dan sesudah penelitian meliputi pH, kandungan organik, ketersediaan N, P, K. Untuk penanaman, tanah yang tersedia dicampur dengan pupuk kandang, pot plastik yang digunakan sebanyak 72 buah diletakkan secara acak pada plot dan ulangan plot. Bibit rumput digunakan dalam bentuk pols, setiap pot berisi 2 pols. Setelah penanaman selama 6 minggu dilakukan pemotongan paksa untuk penyeragaman. Sehari setelah potong paksa dilakukan pemupukan dasar yaitu pemupukan urea dan KCl. Perlakuan keasaman tanah dilakukan dengan memberikan larutan Al<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 300 mM kedalam pot sesuai kapasitas lapang, dilakukan setiap 2 (hari) sekali yang dimulai seminggu setelah potong paksa. Perlakuan pemupukan dilakukan 2 (dua) kali masing – masing setengah dosis setiap 3 (tiga) minggu sekali.

Peubah yang diamati meliputi presentase bahan kering, produksi bahan kering dan persentase bahan kering serta pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO). Pengukuran pencernaan bahan kering dan bahan organik dilakukan menurut metode Tilley dan Terry yang disitasi Haris (1970). Data yang

diperoleh dianalisa secara statistik dengan analisis ragam untuk memper pengaruh perlakuan, dilakukan uji lanjut dengan uji jarak Ganda Beda Duncan dan uji polimomial ortogonal untuk mengetahui pola respon pengaruh dosis pemupukan pada tiap jenis rumput.

Hasil analisis tanah setelah penelitian menunjukkan kecenderungan meningkat meliputi seluruh parameter sejalan dengan penambahan dosis pemupukan Fosfor. Hal ini kemungkinan akibat peruraian akar yang jumlahnya bertambah dan butiran pupuk SP36 yang belum sepenuhnya mengalami peruraian.

Analisis ragam persentase bahan kering memberikan interaksi yang nyata ( $p < 0,05$ ). Diantara rumput diploid diperoleh hasil bahwa rata – rata persentase bahan kering tertinggi *Brachiaria decumbens* (21,87%), diikuti *Brachiaria brizantha* (17,67%) dan *Panicum muticum* (13,04%). Sedangkan antara diploid dan poliploidnya tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Hal ini akibat jenis poliploid masih memerlukan Fosfor yang dosisnya lebih besar dari diploidnya. Pengaruh pemupukan Fosfor terhadap persentase bahan kering umumnya dosis 100 kg P/ha lebih baik dari dosis 0 kg P/ha, kecuali pada *Brachiaria decumbens* poliploid dan *Panicum muticum* diploid tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Hasil analisis regresi yang tampak berpengaruh pada *Brachiaria brizantha* diploid dan poliploid serta pada *Panicum muticum* poliploid, rumput yang lain regresinya konstan.

Analisis ragam produksi bahan kering memberikan interaksi yang nyata ( $p < 0,05$ ). Diantara rumput diploid hasil rata – rata tertinggi pada *Brachiaria decumbens* (85,74 g/pot) diikuti *Brachiaria brizantha* (83,96 g/pot), dan *Panicum*

*muticum* (60,89 g/pot). Sedangkan antara diploid dan poliploid, *Panicum muticum* poliploid lebih tinggi dari diploidnya, sedangkan *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* diploid lebih tinggi dari poliploidnya.

Hal ini pada *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* poliploid masih memerlukan Fosfor yang lebih tinggi dibanding diploidnya. Pengaruh pemupukan Fosfor terhadap bahan kering menunjukkan pola yang sama, bahwa peningkatan dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha lebih baik dari dosis 0 kg  $P_2O_5$ /ha. Pengaruh pemupukan Fosfor nyata mempunyai hubungan linier pada *Brachiaria brizantha* diploid, *Brachiaria decumbens* poliploid, *Panicum muticum* diploid dan *Panicum muticum* poliploid, sedangkan yang lain bersifat konstan.

Analisis ragam pencernaan bahan organik (KcBO) tidak memberikan interaksi yang nyata ( $p > 0,05$ ). Semua jenis rumput tidak berbeda satu sama lain. Demikian juga antar diploid dan poliploidnya. Namun pemupukan Fosfor menunjukkan bahwa dosis 100 kg  $P_2O_5$ /ha lebih tinggi dari tanpa pemupukan (0 kg  $P_2O_5$ /ha). Pengaruh pemupukan yang nyata untuk peningkatan dengan dosis makin tinggi pada *Brachiaria brizantha* poliploid, *Brachiaria decumbens* diploid, dan *Panicum muticum* poliploid, sedangkan yang lainnya konstan.

Responsibilitas rumput pakan poliploid terhadap semua parameter, rumput *Brachiaria decumbens* paling baik, sedangkan responsibilitas terhadap pemupukan pakan Fosfor yang terbaik adalah *Brachiaria brizantha*. Sedangkan untuk diploid *Brachiaria brizantha* diploid lebih baik dari semua rumput baik diploid maupun

poliploid, kemudian untuk responsibilitas terhadap pemupukan Fosfor *Brachiaria brizantha* poliploid dan *Panicum muticum* poliploid lebih baik dari rumput lainnya.

Adapun kesimpulan penelitian ini adalah *Panicum muticum* poliploid mempunyai kecenderungan respon produksi bahan kering hijauan terhadap pemupukan Fosfor lebih tinggi dibandingkan diploidnya, sedangkan *Brachiaria brizantha* dan *Brachiaria decumbens* diploid lebih tinggi dari poliploidnya; *Panicum muticum* dan *Brachiaria decumbens* poliploid kecenderungan respon dari pencernaan bahan kering (KcBK) hijauan terhadap pemupukan Fosfor lebih tinggi daripada diploidnya, namun pada *Brachiaria brizantha* poliploid lebih rendah daripada diploid. Untuk pencernaan bahan organik (KcBO) semua rumput tidak berbeda antara poliploid dan diploidnya; Pemupukan Fosfor dengan dosis tertinggi 100 kg P/ha memberikan hasil yang makin tinggi terhadap semua peubah yang diamati. Rumput *Brachiaria brizantha* diploid mempunyai potensi genetis yang lebih baik untuk dikembangkan dibandingkan dengan rumput *Brachiaria brizantha* poliploid, *Panicum muticum* diploid dan poliploid maupun *Brachiaria decumbens* diploid dan poliploid.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi, R., 1990. Ilmu Makanan Ternak Umum, PT. Gramedia, Jakarta.
- Anwar, S. 2003. Toleransi morfologi dan fisiologi tanaman rumput pakan terhadap cekaman Aluminium. *J. Pengembangan Peternakan Tropis* 28 (1) : 19 – 26
- Anwar, S., Karno, F. Kusmiyati, Sumarsono. 2003. Pengembangan tanaman rumput pakan unggul yang toleran terhadap cekaman aluminium dan salinitas. Laporan Akhir Hasil Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing X, Fak. Peternakan, Universitas Diponegoro, Nopember, 2003.
- Baataout. 1999. Molecular basis to understand polyploidy. *Hematol. Cell. Ther.* 41 (4) : 169-170.
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants (Grasses and Legumes). Longman. Inc, New York.
- Buckman, H.O. dan Nyle.C. B. 1982. Ilmu Tanah. Penerbit Bharata Karya Aksara, Jakarta (Diterjemahkan oleh Soegiman)
- Church, D.C. dan W.G. Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. Third edition. John Wiley dan Sons, New York.
- Crowder, L. V. 1986. Genetika Tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh L. Kusdiarti).
- Crowder, L.V., dan H.R. Chheda. 1987. Tropical Grassland Husbandry. Longman Group Ltd., London dan New York.
- Danoesastro, H. 1980. Zat Pengatur Pertumbuhan dalam Pertanian. Yayasan Pembina. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Departemen Pertanian. 1985. Hijauan Makanan Ternak dan Cara Pengawetannya. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Eigsti, O. J dan P. Dustin. 1957. Colchicine in Agricultural. Medicine. Biology and Chemistry The Iowa States College Press, Iowa.
- Flint, H. J. dan C.W. Fosberg. 1995. Polysacharida degradation in the rumen : biochemistry and genetic. In : E.V. Engelhsrdt Leeonhard. Marek S., G.Greves, D. Giesecke (Eds). Ruminant physiology : digestion metabolism,

growth and reproduction : Proceeding of the Eight International Symposium on Ruminant Physiology. P. 43 – 63.

- Gardner, Franklin P., R. Brent dan Roger L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya, Universitas Indonesia Press, Jakarta (Diterjemahkan oleh Herawati Susilo)
- Gusnidar. 2002. Sumbangan Fosfor empat jenis pupuk hijau pada tanaman jagung tanah masam. *J Penelitian Andalas*, Edisi Ilmu Pertanian XIV (38), 26-36.
- Hakim, N., M.Yusuf, A. M. Lubis, Sutopo Gani, Nugroho, M. Rusdi Saul, M. Amin, G. B. Hong, dan H.H. Bailey, 1983. Dasar – dasar Ilmu Tanah, Universitas Lampung.
- Hardjowigeno, S. 1989. Pengantar Ilmu Tanah. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Harris, L.E. 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animal. Vol. I. Animal Sci. Depth. Utah State University, Iowa.
- Hartadi. H., S. Reksohadiprodjo, dan A. D. Tillman. 1990. Tabel Komposisi Pakan Untuk Indonesia. Cetakan ke-2. Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Karti, P. D. M., A. T. Permanan, M.A. Setiono, dan S. Jayadi. 1999. Budidaya Hijauan dan Teknologi Pakan. Universitas Terbuka. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Lahay, N. 2000. Daya cerna in vitro dengan metode enzim selulose bahan kering dan bahan organik rumput lapangan dan jerami padi yang difermentasi isi rumen. *Bul. Penelitian XVI* (42), 28-33.
- Mc Donald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh dan C.A. Morgan. 1995. Animal Nutrition. 5<sup>th</sup> Ed. Logman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Reaves, J.B. 1985. Lignin composition and in vitro digestibility of feeds. *J. Anim. Sci.* 630 : 316-322
- Rinsema. W.I. 1983. Pupuk dan Cara Pemupukan. Bhratara Karya Aksara, Jakarta
- Ryan, P.R., J.M. Ditomaso, dan L. V. Kochian, 1993. Aluminium toxicity in roots : an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap. *J. Exp. Bot.* 44 (259) : 437 – 446.



- Sarief, E. S. 1985. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana, Bandung
- Sarief, E. S. 1986. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Pustaka Buana, Bandung
- Setiaji, S. 1980. Jenis Rumput Dataran Rendah. Lembaga Biologi Nasional. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor.
- Soegiri, H.S. I., dan Damayanti. 1982. Mengenal Beberapa Jenis Hijauan Makanan Ternak daerah Tropik. Direktorat Bina Produksi Peternakan. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie, 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. (Diterjemahkan oleh : B. Sumantri),
- Suharni, S. 2004. Poliploidisasi Tanaman Rumput Pakan : Morfologi, Anatomi dan Fisiologi. Program Studi Magister Ilmu Ternak Program Pasca Sarjana Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro (Tesis Magister Sains)
- Sumarsono. 1983. Pengaruh Pupuk TSP, Pupuk Kandang dan Interval Pemotongan terhadap Produksi dan Kualitas Hijauan Pertanaman Campuran *Setaria splendida* STAPF dan *Centrosema pubescens* BENTH. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. (Tesis Magister Sains)
- Sunarso, E. Pangestu, J. Achmadi dan F. Wahyono. 1990. Penuntun Praktikum Ruminologi. Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro Semarang.
- Suryo. 1995. Sitogenetika. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Susetyo, S.I., I. Kismono dan B. Suwandi, 1981. Hijauan Makanan Ternak, Jendral Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sutejo dan A.G. Kartosepoetro. 1988. Pupuk dan Cara Pemupukan. PT. Bina Aksara, Jakarta.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan ke 5. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2<sup>nd</sup> ed. Comstock Publishing Associates Cornell University Press. Ithaca and London.